

நிலக்கரி

.....

ஐசக் அஸிமோவ்



தமிழில்

.....

விஷ்ணு

பூ.கொ. சரவணன்

1. தீ

அனைவரும் தீயை ஒரு முறையாவது பார்த்திருப்போம். அதன் கனல் மஞ்சள் நிறத்தில் வெளிச்சத்தையும், வெப்பத்தையும் தரும் என்று நமக்குத் தெரியும். ஏதேனும் ஒரு பொருள் எரியும்போது நெருப்பை நாம் பார்ப்போம். மரம், காகிதம் அல்லது தீப்பற்றக்கூடிய எந்தப் பொருள் எரிந்தாலும் அப்போது நம்மால் நெருப்பைக் காண முடியும்.

எது ஒரு பொருளைத் தீப்பற்றக்கூடியதாக ஆக்குகிறது?

அனைத்துப் பொருட்களும் மிகச் சிறிய அணுக்களால் ஆனது. ஒரு நுண்ணோக்கியை வைத்துக்கூட அவற்றைக் காணமுடியாது. அணுக்களில் நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட வகைகள் உள்ளன. அவற்றில் பொதுவான, அதிகம் காணப்படும் இரண்டு வகைகள் கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள்.

கார்பன் அணுவால் ஆக்சிஜன் என்னும் இன்னொரு வகை அணுவுடன் இணைய முடியும். ஆக்சிஜன் நம்மைச் சுற்றி உள்ள காற்றில் இருக்கிறது. இந்த இரண்டு அணுக்களும் சேரும்போது வெப்பம் உண்டாகிறது. ஹைட்ரஜன் அணுவாலும் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் இணைந்து வெப்பத்தை உண்டாக்க முடியும். ஆக, அணுக்களின் சேர்க்கையே வெப்பத்தையும் பல சமயங்களில் வெளிச்சத்தையும் உண்டாக்குகிறது. அந்த சேர்க்கையின்போது ஏற்படுவதுதான், தீ.

மரம், காகிதம் போன்ற தீப்பற்றக்கூடிய பொருட்களில் நிறைய கார்பன் அணுக்களும் ஆக்சிஜன் அணுக்களும் இருக்கும். இந்த அணுக்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து மூலக்கூறு (Molecule) என்னும் குழுவாக உருவம் பெரும்.

மரத்திலும் காகிதத்திலும் இருக்கும் மூலக்கூறுகள் நிறைய அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். இந்த மூலக்கூறுகள் இணைந்து திடப்பொருள்கள் ஆகின்றன. இந்த திடப்பொருட்கள் குளிர்ச்சியாக இருக்கும்போது ஆக்சிஜன் அணுக்களுடன் இணையாது. ஆனால் ஒரு மரமோ காகிதமோ சூடு ஏற்றப்படும்போது, பெரிய மூலக்கூறுகள் சிறு சிறு மூலக்கூறுகளாக உடைந்து அவை சூடான வாயுவாகவோ ஆவியாகவோ உருமாறும். அந்த ஆவியில் உள்ள கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் காற்றில் உள்ள ஆக்சிஜன் அணுக்களோடு இணைந்து வெப்பத்தையும் வெளிச்சத்தையும் உண்டாக்கும்.

இவ்வாறு இதுபோன்ற ஆவிகள், ஆக்சிஜனோடு இணைந்து வெப்பத்தையும் வெளிச்சத்தையும் தரும்போது ஏற்படுவதுதான் தீ.

தீப்பற்றக்கூடிய பொருட்களுக்கு மிக அருகில் இந்த ஆவிகள் பற்றி எறிந்து வெப்பத்தை உண்டாக்கும்போது,



அந்த வெப்பத்தின் காரணமாக அருகில் இருக்கும் அந்தப் பொருட்களும் தீப்பற்றிக்கொள்ளும். உதாரணத்திற்கு ஒரு காகிதத்தின் ஓரத்தில் நெருப்பைப் பற்ற வைத்தால் அது கொஞ்சம் கொஞ்சமாக காகிதத்தின் பிற பகுதிகளுக்கும் பரவும்.

ஒரு காகிதத்தைத் தீப்பற்றவைத்தபின் அதை வைத்து நீங்கள் எத்தனை காகிதங்களை வேண்டுமானாலும் தீப்பற்றவைக்கலாம். ஒரு சிறு இலையில் நெருப்பு பற்றிக்கொண்டால் அது கொஞ்சம் கொஞ்சமாகப் பரவி ஒரு காட்டையே எரித்து விடலாம்.

கேட்பதற்கே ஆபத்தாக இருக்கிறது அல்லவா? உண்மையிலேயே நெருப்பு ஒரு ஆபத்தான விஷயம். நெருப்பின் அருகில் மக்கள் எந்நேரமும் வெகு கவனமாக இருக்க வேண்டும்.

நல்ல வேளையாக நெருப்பு அத்தனை சுலபத்தில் பற்றாது. ஒரு பற்றக்கூடிய பொருள், பற்றக்கூடிய அளவிற்கு அதிகமான வெப்பத்தை அடைந்தால் மட்டுமே அந்தப் பொருளில் தீ தோன்றும். ஆனால் அதிக வெப்பத்தை அது அடைய முதலில் தீ வேண்டுமே?

எப்படி தீ முதலில் ஏற்பட்டது? ஒரு மனிதன்தான் முதலில் தீயப்பற்றவைத்தானா?

இல்லை, மனிதர்கள் பூமியில் வாழ்வதற்கு வெகு காலம் முன்பே தீ இருந்திருக்கிறது. 400 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன், வறண்ட நிலத்தில் தாவர இனங்கள் வாழ்ந்தபோது எந்நேரமும் அவை தீப்பற்றி எரியும் வாய்ப்பு இருந்தது.

தாவரங்கள் அனைத்தும் தீப்பற்றக்கூடிய மரப்பொருட்களால் ஆனவை. அதுவும் அவை வறண்டு இருக்கும்போதும், வெகுநாட்கள் மழை பெய்யாமல்



இருக்கும்போதும் தீப்பற்றிக்கொள்ள அதிகம் வாய்ப்பு இருப்பவை. அப்படியே மழை வந்தாலும், அந்த மேகங்களோடு சில சமயம் மின்னலும் சேர்ந்து வரும். அணுக்களை விட சிறிய மின்னணுக்களின் (Electrons) ஓட்டத்தால், மின்னல் வெப்பத்தையும் வெளிச்சத்தையும் உண்டாக்குகிறது. மின்னல் ஒரு மரத்தைத் தாக்கும்போது அதன் வெப்பத்தால் அந்த மரம் தீப்பற்றலாம். அந்த நெருப்பு மற்ற மரங்களுக்குப் பரவி விரைவில் அது

‘காட்டுத் தீ’ ஆகலாம். அருகில் வேறு எங்கும் தீப்பற்ற மரங்கள் இல்லை என்னும் நிலை வரும் வரையோ, அல்லது அந்தக் காட்டுத் தீயை அணைக்கும் அளவிற்கு பலமான மழை பெய்யும் வரையோ காட்டுத் தீ அணையவே அணையாது.

மிருகங்கள் காட்டுத் தீயிற்கு நடுவில் மாட்டிக்கொண்டால் அவையும் எரிந்து செத்துப்போகும். கிட்டத்தட்ட அனைத்து மிருகங்களும் விரைவில் நெருப்பைக் கண்டு பயப்படவும் அதிலிருந்து விலகி ஓடி தப்பிக்கவும் கற்றுக்கொள்ளும். ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் வாழ்ந்த ‘ஹோமினிட்’ (Hominids) என்னும் ஆரம்பகால மனிதர்களும் நெருப்பைக் கண்டு பயந்து ஓடினார்கள்.

ஹோமினிட்கள் மற்ற மிருகங்களை விட சாமர்த்தியமாகவும் ஆர்வமாகவும் இருந்தார்கள்.

அரை மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன், மிக மிக புத்திசாலியான ஹோமினிட் இன மக்கள் வாழ்ந்தனர். அவர்கள் ‘ஹோமோ எரக்டஸ்’ (Homo erectus) என்று அழைக்கப்படுகிறார்கள். ஆனால் அவர்கள் தற்கால மனிதர்கள் அளவிற்கு புத்திசாலியாக இல்லை (தற்கால மனிதர்களுக்கு ‘ஹோமோ சேப்பியன்ஸ்’ (Homo sapiens) என்று பெயர். ஆனாலும் ஹோமோ எரக்டஸ் இனம் மற்ற நிலத்தில் வாழ்ந்த மிருகங்களை விட புத்திசாலியாகவே இருந்தது.

ஹோமோ எரக்டஸ் இனத்திற்கு தீ பற்றிய பயத்தை விட தீ பற்றிய ஆர்வமே அதிகமாக இருந்தது. அதன் புத்திசாலித்தனமே அந்த ஆர்வத்திற்குக் காரணம்.

ஒரு காட்டுத் தீ அணைந்த பிறகும் தரையில் அங்கும் இங்குமாக மரக் குச்சிகள் எரிந்து கொண்டிருக்கும்.

ஹோமோ எரக்டஸ் குழந்தைகள், ஆர்வ மிகுதியில் அதன் அருகில் வந்து அந்தக் குச்சிகள் எரிவதைப் பார்த்திருக்கலாம். குழந்தைகள் பெரியவர்களை விட ஆர்வம் மிக்கவர்கள் ஆயிற்றே? அப்படிப் பார்க்கும்போது அந்த நெருப்பு இன்னொரு குச்சிக்குப் பரவுவதையும் பார்த்திருக்கலாம். சிறிது நேரம் கழித்து ஒரு தைரியசாலியான குழந்தை எரியாத ஒரு குச்சியை எடுத்து வந்து நெருப்பில் போட்டிருக்கலாம். அந்தக் குச்சியும் நெருப்பில் எரிவதைப் பார்த்திருக்கலாம்.

தீ என்பது முதலில் ஆபத்தான ஒன்றாக இல்லாமல் ஒரு விளையாட்டுப் பொருளாக இருந்திருக்கலாம். அப்பொழுது அந்தக் குழந்தைகள் நெருப்புடன் விளையாடுவதைக் கண்ட சில பெரியவர்களுக்கு இப்படியான சிறிய நெருப்புகள் அவர்கள் இனத்திற்கு நன்மையே தரும் என்று தோன்றியிருக்கலாம்.

தீப்பற்றக்கூடிய ஒரு பொருளின் அல்லது எரிபொருளின் சிறு பகுதியை மட்டும் தனியே பிரித்து அதைத் தீ மூட்டி, மற்ற பகுதிகளை அந்த நெருப்பிற்கு தூரத்தில் வைத்துவிட்டால் அந்த நெருப்பு பரவாது. அது சிறிய தீயாகத்தான் இருக்கும். அது பெரிய தீயாகவும் ஆபத்தானதாகவும் மாறாது.

ஒரு சிறிய, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நெருப்பு, வெளிச்சத்தையும் கதகதப்பையும் தரும். மற்ற பெரிய மிருகங்கள் கூட நெருப்பைக் கண்டு பயந்து அவற்றிலிருந்து ஒதுங்கியே இருந்தன. ஹோமினிட் இன மக்கள் நெருப்பை மூட்டி அதைச் சுற்றி படுத்ததால் ஆபத்தான மிருகங்கள் எதுவும் அவர்கள் மீது பாயாமல் இருந்தன. நெருப்பு இல்லாத சூழ்நிலையைவிட நெருப்பு உள்ள அந்த சூழ்நிலை அவர்களுக்குப் பாதுகாப்பாக இருந்தது.

இது அனைத்தும் யூகம் அல்ல. வட சீன குகைகளில் காணப்பட்ட அரை மில்லியன் ஆண்டுகள் பழமையான ஹோமினிட் மக்களின் எலும்புக்கூடுகளுக்கு அருகில் தீ மூட்டப்பட்டதன் தடயம் இருந்திருக்கிறது.

ஹோமோ எரக்டஸ் மற்றும் அவர்களை விட புத்திசாலிகளான ஹோமோ சேப்பியன்ஸ் மட்டுமே தீயைப் பழக்கப்படுத்தியிருக்கிறார்கள். அனைத்து இன மக்களும் தீயை எப்படிப் பயன்படுத்துவது என்பதை ஆயிரமாயிரம் ஆண்டுகளாகத் தெரிந்து வைத்திருக்கிறார்கள். வேறு எந்த மிருகமும், அது எத்தனை புத்திசாலியாக இருந்தாலும், அது தீயைப் பழக்கப்படுத்தியதில்லை.

காலம் செல்ல செல்ல சிறிது சிறிதாக தீயின் உபயோகங்கள் நிறைய கண்டறியப்பட்டன.

உதாரணத்திற்கு, நெருப்பால் சுடப்பட்ட மாமிசம் கடித்து மெல்வதற்கு சுலபமாகவும் சுவையாகவும் இருக்கும். இது தற்செயலாகக் கண்டறியப்பட்டிருக்கலாம். அப்படி சமைக்கப்பட்ட உணவுகள் பாதுகாப்பானதாகவும் இருக்கும். இதை ஆரம்பகால மனிதர்கள் உணராவிட்டாலும் தீயின் வெப்பம், உணவில் உள்ள நுண்கிருமிகளைக் கொல்லவே செய்தது.

இன்னும் சில காலம் கழித்து, மிருதுவான களிமண்ணை தீயால் இறுக்கமான மண் பானையாக ஆக்கலாம் என்று கண்டறியப்பட்டது. மண்ணை உருக்கி அதனை சில தாதுப் பொருட்களோடு கலந்தால் கண்ணாடியை உருவாக்க முடியும். உலோகக் கலவை (Ore) என்று அழைக்கப்படுகிற சில ஆதாரமான பாறைகளை தீயால் சூடேற்றி, அதிலிருந்து செப்பு (Copper), தகரம் (Tin), இரும்பு (Iron) போன்ற உலோகங்களைப் பெறலாம்.

தீ, பல ஆபத்துகளையும் கொண்டிருந்தது. தற்செயலாகத் தீ பரவி அது விபத்தில் முடியலாம். வீடுகள், உணவுப் பொருட்கள், ஏன், மனிதர்களையும் கூட அது எரித்து சாம்பலாக்கலாம். தீ பரவாமல் இருக்கும் பட்சத்திலும் அதிலிருந்து கிளம்பும் புகை அதைச் சுற்றியுள்ள பொருட்களை அழுக்காக்கும், துர்நாற்றத்தை ஏற்படுத்தி அருகிலுள்ள மக்களுக்கு இருமலை உண்டாக்கும். மேலும், பொருட்களை எரித்த பிறகு சாம்பலைவிட்டுச் செல்லும்.

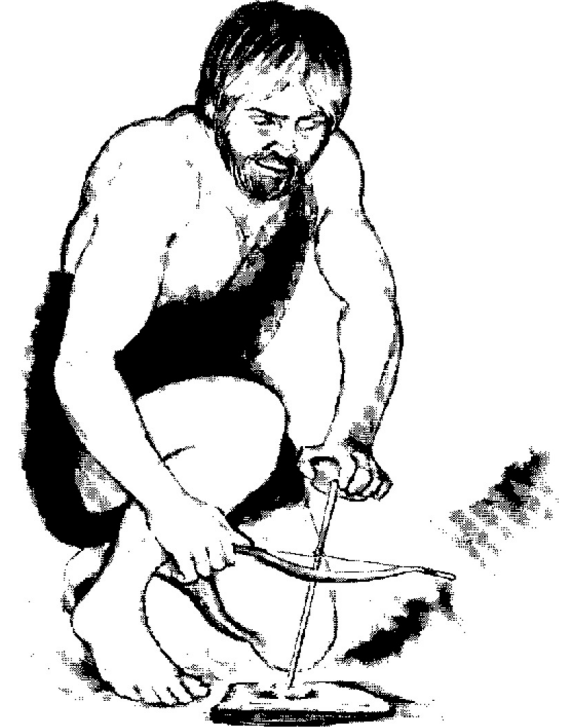
ஆனாலும் தீயால் ஆபத்துகளை விட உபயோகங்களே மிக அதிகமாக இருந்தன. மக்கள் தீயைப் பாதுகாப்பாகப் பயன்படுத்தி, அது பரவி விடாமல் காத்து வந்தனர். வீடுகளில் புகைப் போக்கியைக் கட்டி, தீயால் ஏற்படும் புகையை வெளியேற்றக் கற்றுக்கொண்டனர். தீ எரித்த பொருட்களின் சாம்பலை தூரத்தில் கொட்டவும் கற்றுக்கொண்டனர்.

தீ பரவுவதற்கு எதிர்மறையாக அணையவும் செய்தது. கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நெருப்பாக இருந்தால் அது அணைவதும் ஒரு சிக்கல்தான்.

ஒவ்வொரு குடும்பமும் அவர்கள் மூட்டிய நெருப்பு அணையாமல் காக்கக் கடுமையாகப் போராடியிருப்பார்கள். குடும்பத்தில் சிறுவர்களுக்கு மரக் கிளைகள், சுள்ளிகள் போன்றவற்றைப் பொறுக்குவது ஒரு வேலையாக இருந்திருக்கும். அவற்றால் தீயை அணையாமல் பார்த்துக்கொள்ள முடியும். சில சமயங்களில் எரிந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு குச்சியால் அருகில் உள்ள இன்னொரு எரிபொருளைத் தீ மூட்டி இரண்டு நெருப்புகளை வளர்த்திருக்கலாம். பிறகு முதல் தீ அணைக்கப்பட்டு அதன் சாம்பலை அப்புறப்படுத்தியிருக்கலாம்.

ஆனாலும், தீயால் தற்செயலாக அணைய முடியும். அப்படி ஒரு வீட்டில் தீ அணையும் பட்சத்தில் யாரேனும் பக்கத்து வீட்டிற்கோ தூர கிராமத்திற்கோ சென்று வேறொரு நெருப்பிலிருந்து நெருப்பைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம். சில தீப்பிடித்த சுள்ளிகளை ஒரு பானையில் போட்டு வீட்டிற்கு எடுத்து வந்து, அதன் மூலம் புதிய நெருப்புகளை வளர்க்கலாம்.

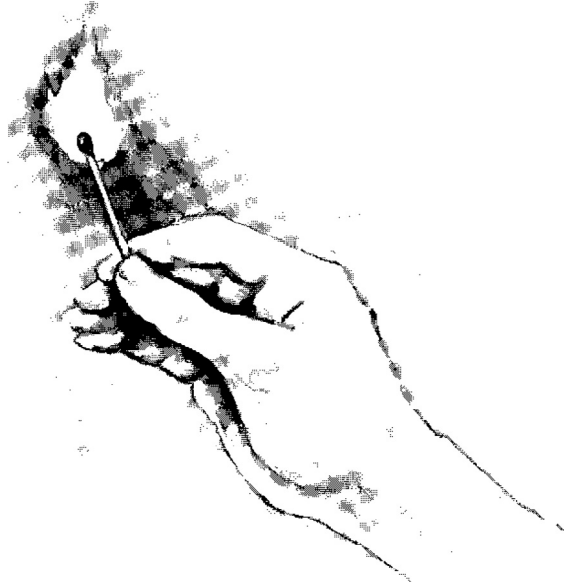
ஆனால் ஒருவரது தீ அணைந்து, மீண்டும் அத்தீயை வளர்க்க அருகில் தீ இல்லாமல் போனால்? அப்பொழுது யாரால் என்ன செய்ய முடியும்? மின்னலுக்காகவும் வேறொரு காட்டுத் தீயிற்காகவும் காத்துக்கொண்டு இருக்க முடியுமா?



தீயை மின்னல் மற்றும் வேறொரு தீயால் உண்டாக்காமல் தன்னிச்சையாகவும் உண்டாக்கலாம், என்பதைக் கண்டறியும் வரை தீயின் உபயோகங்கள் முழு திருப்தியைத் தரவில்லை. தீயை எப்படி தன்னிச்சையாக உருவாக்குவது என்பதை ஒன்பதாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால்தான் மனிதர்கள் கண்டறிந்தார்கள்.

மனிதர்கள் கற்களிலிருந்து கருவிகளை உருவாக்கினார்கள். கருவிக்கான கல்லை வேறொரு கல்லுடன் அடித்து, கருவிகளை செதுக்கினார்கள். அப்படி இரு கற்கள் ஒன்றோடு ஒன்று உரையும் போது கற்கள் சூடேறியது. சில சமயம் கற்களில் வெப்பம் அதிகமாகி, அதனால் அவை மின்னி, அவற்றிலிருந்து தீப்பொறிகள் உருவாகின.

அந்தத் தீப்பொறிகள் ஏதேனும் தீப்பற்றக்கூடிய பொருட்களின் மேல் விழுந்தால் அவற்றைத் தீப்பற்றவைக்க முடியும். அதனால், கற்களை வேண்டுமென்றே உராய்ந்து,



அதிலிருந்து கிளம்பும் தீப்பொறிகளை பொடித்த, உலர்ந்த இலைகளில் விழவைத்து நெருப்பை உருவாக்கும் வித்தையை மனிதர்கள் அறிந்து கொண்டார்கள்.

தீயை உருவாக்க இன்னொரு வழி உள்ளது. ஒரு குச்சியை மற்றொரு குச்சியின் துவாரத்திற்குள் நுழைத்து உராய்ந்தால் வெப்பம் உருவாகும். அப்பொழுது அந்தத் துவாரத்திற்குள் கந்தகக் குச்சி இருந்தால், அது தீப்பற்றிக்கொள்ளும்.

இரண்டு வழிகளும் சுலபமானதாக இல்லை. ஆனால் தீயின் உபயோகம் அதை உருவாக்க எத்தகைய உழைப்பையும் வழங்கலாம் என்ற நிலையை ஏற்படுத்தியது.

தற்போது நவீன காலங்களில் தீப்பற்றும் முறை எளிதாகிவிட்டது. சிகரெட் லைட்டர்களில் ஒரு உலோகம், ஃப்ளின்ட் (Flint) என்னும் ஒரு வகை கல்லை உரையும் போது தீப்பொறி உருவாகிறது. அத்தீப்பொறி பற்றக்கூடிய ஆவிகளைத் தீப்பிடிக்க வைக்கிறது; நெருப்பு உருவாகிறது.

மரப் பொருட்களை ஒன்றோடு ஒன்று உராய்வதன் மூலமாகவும் நெருப்பை உருவாக்கலாம். இன்றைய காலத்தில் மரப் பொருளின் மேல் ஒரு பிரத்யேகமான இரசாயனத்தைப் பூசுவதன் மூலம் அதை எளிதில் தீப்பிடிக்க வைக்க முடிகிறது. அதுதான், தீக்குச்சி.

ஆனால் இன்றும் நெருப்பை உருவாக்கும் சுலபமானமுறை பண்டையகாலங்களைப்போல் மற்றொரு நெருப்பின் மூலம் அதை உருவாக்குவதுதான்.

2. மரம்

மனிதன் நெருப்பின் பயன்பாட்டை அறிந்து அதை உருவாக்கும் வழியையும் கற்றுக்கொண்டான். எனினும் தகுந்த எரிபொருள் கண்டுபிடிக்கப்படாத காரணத்தால் நெருப்பை அணையாமல் தொடர்ந்து எரிய வைப்பது சவாலாக இருந்தது.

முதன்முதலில், மரமே மனிதனின் ஆகச்சிறந்த எரிபொருளானது. மரம் பாலைவனங்கள், துருவ பகுதிகள் தவிர்த்து மற்ற இடங்களில் எளிதில் கிடைக்கும். காய்ந்த மரம் (விறகு) எளிதில் தீப்பற்றுவதாகவும் அதே நேரம் சீராக எரியும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும். மரம் மனிதனால் உண்ணப்படும் பொருளுமல்ல. எனவே, மரத்தை எரிபொருளாக்குவதா தங்களுக்கு உணவாக்குவதா என்ற கவலையும் எழவில்லை. ஆகையால், மரம் மனிதனின் முதன்மை எரிபொருளானது.

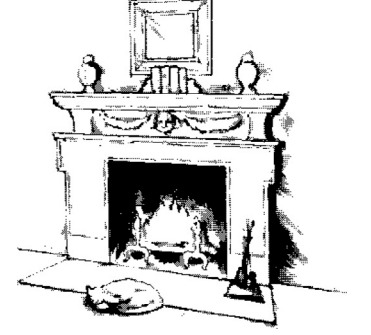
பல மரக்கட்டைகள் கூட்டாக எரியும்போது வெளிப்புரத்தில் இருக்கும் கட்டைகளில் உள்ள கார்பன், ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் எளிதாக காற்றில் இருக்கும் ஆக்ஸிஜனோடு கலந்துவிடும். உட்புறத்தில் இருக்கும் மரக்கட்டைகள் வரை காற்று நுழைவது சற்றே கடினம்.

இதனால், நடு பகுதியில் இருக்கும் மரக்கட்டைகள் வெப்பமடைந்து அதன் மூலக்கூறுகள் (Molecules) உடையத் துவங்கும். அங்கே இருக்கும் குறைந்த அளவிலான ஆக்ஸிஜனும் சுற்றி இருக்கும் ஹைட்ரஜன் துகள்களோடு சேர்ந்து கொள்ளும். ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கார்பனைவிட எளிதில் ஆக்ஸிஜனுடன் சேரும் தன்மை கொண்டது.

பின்னர், நடுப் பகுதியிலிருக்கும் மரக்கட்டைகளில் அதிக அளவிலான கார்பன் அணுக்கள் கொண்ட ஒரு

நிலக்கரி

மூலப்பொருள் உருவாகும், கார்பன் தனிம நிலையில் கருமையான பொருளாக இருக்கும். அதை நீங்கள் சாம்பல் என்றும் சொல்லிவிட முடியாது. ஏனெனில், சாம்பல் பெரும்பாலும் வெள்ளையாக இருக்கும்.



இதை, நீங்கள் ஒரு எரிக்குச்சியில் கவனித்திருக்கலாம். நெருப்பை அணைத்தப் பின் அது எரிந்த இடத்தில் கருப்பாக இருக்கும். ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் முதலில் ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து கார்பனை தனியே விட்டுவிடுவதுதான் இதன் காரணம்.

இதற்கு 'மரக்கரி' என்று பெயர். சுற்றியிருக்கும் மரக்கட்டைகள் எரிந்தபின் மத்தியில் இருக்கும் கருப்பான பொருள் அனைத்தும் 'மரக்கரி' எனப்படும்.

நெருப்பிலிட்டதும் மரக்கரியில் இருக்கும் கார்பன் அணுக்கள் அனைத்தும் எரியத் துவங்கும். பின்னர், அது ஆக்ஸிஜனுடன் சேரவும் வாய்ப்பிருக்கிறது. கார்பன் அணுக்களுக்குச் சுயமாக ஆவியை வெளியிடும் குணமில்லாததால் தீப்பிழம்புகள் அதிகமாக இராது. மரக்கரித் துண்டுகள் வெப்பச் சிவப்பாக மாறி, பின்னர் சாம்பலாக உருமாறும். மங்கிய ஒளியில் கனன்று கொண்டிருக்கும் பொருளுக்கு 'கரி' என்று பெயர். மரத்துண்டங்களும் அவ்வாறே எரிவதால் அது 'மரக்கரி' எனப்பட்டது.



மரக்கரி, மரம்/விறகைக் காட்டிலும் சில சிறப்பம்சங்கள் கொண்டது. அது மரத்தைவிட மெதுவாகவும் அதிக வெப்பத்துடனும் எரியும். எனவே, மரத்தைவிட மரக்கரியே சமையல் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

உலோகமும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்த கலவைதான் 'தாதுக்கள்'. தாதுப் பொருளிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைக் கார்பன் தனியே பிரித்தெடுத்து அதனுடன் சேரும்போது, தூய்மையான உலோகம் தனித்து விடப்படும். மரக்கரி எரியும்போது அது எற்படுத்தும் அதிக அளவிலான வெப்பம் இந்தச் செயலை நிகழ்த்துகிறது. இரும்புத் தாதுக்களிலிருந்து உலோகத்தைப் பிரித்தெடுக்க மரக்கரி மிக அவசியம்.

மரக்கரி ஆவியை வெளியிடாது; அதிகம் ஒளியும் தராது; நீங்கள் இரவில் எதையாவது பார்க்க வேண்டுமெனில் அதற்கு மரக்கரி உதவாது. விறகுக் கட்டையின் துணையைத்தான் நாட வேண்டும்.

மரக்கரியின் பயன் கருதி மக்கள் அதை வேண்டுமென்றே தயாரிக்கத் தொடங்கினர். பெரிய அளவில் விறகுக் கட்டைகளைக் கூட்டாக வைத்து, தீ மூட்டி, காற்று அதிகம் புகாதவாறு மண்ணைக் கொண்டு மூடி விடுவர்.

நிறைய அளவிலான மரக்கட்டைகள் மரக்கரியாக மாறிவிடும். ஒரு இராத்தல் (Pound) மரக்கரிக்கு நீங்கள் பல இராத்தல் மரக்கட்டைகளை எரித்தாக வேண்டும்.

ஆதிகாலத்தில் நிறைய மரங்கள் இருந்ததால் எவ்வளவு மரங்களை எரிக்கிறோம் என்பதை மக்கள் ஒரு பொருட்டாக எண்ணவில்லை.

`பிசின்' எனப்படும் பசை தன்மையுடைய திரவம் சுரக்கும் மர வகைகள் மற்ற வகை மரங்களைக் காட்டிலும்

அதிக ஒளியையும் இரவில் பார்க்கக்கூடிய அளவிற்குப் பிரகாசத்தையும் தந்தன. இதனால் பிசின் தன்மை கொண்ட தேவதாரு மரங்கள் (Pine Trees) தீவட்டிகளாகப் பயன்பட்டன.

மரத்தைத் தவிர வேறு சில எரியக்கூடிய பொருட்களும் உள்ளன. சில எண்ணெய் வகைகளைச் செடிகளிலிருந்தும் மிருகங்களிலிருந்தும் பெற முடியும். அவை எரியும் தன்மை கொண்டவை. மரத்துண்டுகளை எண்ணெய்யில் தோய்த்துப் பயன்படுத்தினால் அது இன்னும் பிரகாசமாக எரியும்.

எண்ணெய்யை தனியாகவும் பயன்படுத்தலாம். எண்ணெய்யை பாறைக் குழிகளிலோ பாண்டத்திலோ ஊற்றி அதில் திரியிட்டு தீபம் ஏற்றினார்கள். திரியின் வழியே எண்ணெய் உறிஞ்சப்பட்டு தீபம் தொடர்ந்து எரிந்தது.

தீபமேற்றும் கலன், விளக்கு எனப்பட்டது. சில எளிய வகையான விளக்குகள் 70000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே பயன்பாட்டில் இருந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

சில வகைகளில் விளக்கு, விறகைவிட பயன்படுத்தச் சொளகரியமானது. விளக்கை எங்கு வேண்டுமானாலும் எடுத்துச் செல்ல முடியும், தேவையான இடத்தில் பயன்படுத்த முடியும். அதன்மூலம், இரவில் உங்கள் வேலையை கவனிக்கவோ படிக்கவோ முடியும். தீப்பந்தத்தை அவ்வாறு பயன்படுத்துவது கடினம்.

விளக்கின் எண்ணெய் தவறுதலாக சிந்தி தீப்பற்றினால், அது மோசமான தீயை எற்படுத்த வாய்ப்பிருக்கிறது.

எரியும் தன்மை கொண்ட கெட்டியான எண்ணெய் `கொழுப்பு' எனப்படும். தேன்கூட்டில் உருவாகும் மெழுகு போன்ற திரவமும் எரியும் தன்மை கொண்டது.

கொழுப்பையும் மெழுகையும் எரிக்க விளக்கு தேவையில்லை. அவை உருகும் வரை சுடவைத்து, உருகிய எண்ணெய், கொழுப்பை திரியின்மேல் பூச வேண்டும். குளிரவிட்டு அதை கெட்டியாக்க வேண்டும். மேலும் மேலும் அதன் மீது மேற்பூச்சு கொடுத்து, நடுவில் திரியோடு தடிமனான ஒரு குழாய் (Pipe) செய்தால், அதுதான் 'மெழுகுவர்த்தி'; இது முதன்முதலில் 5,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.



மெழுகு, கொழுப்பு, எண்ணெய் இவை அனைத்தும் பயனுள்ளவை என்றாலும் மரத்தின் அளவிற்கு பயன்பாட்டில் இல்லை. ஆதி காலத்தில், பெரிய அளவில் தீ மூட்ட வேண்டுமெனில் அதற்கு எண்ணெய் கொழுப்பு - மெழுகு குவியலையோ, எடை கணக்கில் எண்ணெய்யை பயன்படுத்த வாய்ப்பில்லை. அதைச் சேகரிக்க அதிக அளவில் நேரமும் உழைப்பும் விரயமாகும்.

அதை விட மக்கள் நிறைய மரங்களை வெட்டி விறகாகப் பயன்படுத்தவது இன்னும் எளிமையானது.

ஆகவே, நவீன காலம் வரை, மரமே மனித குலத்தின் பிரதான எரிபொருளாக ஆனது. இன்னும் உலகின் பல பகுதிகளில் மரமே முதன்மையான எரிபொருள். அமெரிக்காவில் கூட மக்கள் அடுப்பு எரிக்க மரத்தையே பயன்படுத்துகின்றனர்.

மரம் அதிசயமான ஒரு எரிபொருள் மட்டும் இல்லை; அது பல வகைகளில் குறிப்பிடத்தக்கப் பொருளுமாகும். அது வலிமையானது; நீடித்து நிலைக்கக் கூடியது; அழகான தோற்றம் உடையது; அதை எந்த வடிவத்திலும் வெட்ட முடியும்; அதை மெழுகு பூசி மென்மையாக்க முடியும்.

இதன் பொருட்டு, அது வீடு கட்ட, கப்பல் செய்ய, மரச்சாமான்கள் செய்ய, இன்னும் எவ்வளவோ பொருட்கள் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த நவீன காலத்தில், காகிதம் செய்ய மரமே மலிவான மூலப்பொருளாக அறியப்பட்டுள்ளது. காகிததுக்கும் நிறைய பயன்கள் உள்ளன. இப்போது நான் தட்டச்சு செய்யும் காகிதமும் நீங்கள் படிக்கும் புத்தகமும் ஒரு காலத்தில் மரத்தின் ஒரு பகுதியாக இருந்தவைதான்.

காலம் காலமாகப் பல வகைகளில் மனித குலம் மரத்தையே சார்ந்திருக்கிறது.

3. கரி

நெருப்பின் உபயோகத்தாலும் அதை எளிதாக உருவாக்கும் முறைகள் கண்டறியப்பட்டதாலும் மனிதர்களின் வாழ்க்கை முறை சற்றே சொகுசாக ஆனது. அபாயங்கள் குறைந்ததால் இறப்புகள் குறைய, மக்கள் தொகை பெருக ஆரம்பித்தது.



எவ்வளவுக்கெவ்வளவு மக்கள் தொகை பெருகியதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு நெருப்பை மூட்டுவதற்கும், வீடுகள், கப்பல்கள் போன்றவற்றைக் கட்டுவதற்கும், இன்னபிற மரப்பொருட்களைக் கட்டுவதற்கும் மரக்கட்டைகள் தேவைப்பட்டன. நூற்றாண்டுகள் செல்ல செல்ல, மரக்கட்டைகள் அதிகமான அளவில் உபயோகிக்கப்பட்டன.

ஆனால் மக்கள் அதைப் பற்றிக் கவலைப்படவில்லை. அங்கங்கே நிறைய மரங்கள் வளர்கின்றன என்பதால் மரக்கட்டைகளின் இருப்பு என்றுமே குறையாது என்றே, அப்பொழுது தோன்றியது. ஒரு தேவதைக் கதையில் ஒரு கிண்ணத்தில் எவ்வளவு பால் குடித்தாலும் தீர்ந்து போகவே போகாது என்று வருமே? அதுபோல் அப்பொழுது காட்டில் மரங்களை வெட்ட வெட்ட வேறொரு இடத்தில் மரங்கள் வளர்ந்துக்கொண்டு இருந்தன. மரங்களை எவ்வளவு வெட்டினாலும் மேலும் வெட்டுவதற்கு மரங்கள் இருந்துகொண்டே இருந்தன.

ஆனால் நிஜ வாழ்க்கை தேவதைக் கதைகள் போல் கிடையாதே? மரங்களுக்கென்று வளரும் வேகம் ஒன்று இருக்கிறது. ஒரு வருடத்திற்கு ஒரு மரத்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மரக்கட்டைகளைத்தான் தர முடியும். ஆக, மக்கள் தொகை பெருக பெருக, ஒரு கட்டத்தில் மரங்கள் வளரும் வேகத்தைவிட மரங்களை வெட்டும் வேகம் அதிகரித்தது.

அப்படிப்பட்ட ஒரு நிலைமை வந்தபோது, மெதுவாகக் காடுகள் மறையத் துவங்கின. மரக்கட்டைகள் கிடைப்பது அரிது ஆனது. மனித நாகரிகங்கள் நூற்றாண்டுகளாகத் தோன்றி வளர்ந்த இடங்களில் எல்லாம் மரக்கட்டைகளுக்குப் பஞ்சம் ஏற்பட்டு அவைகளை வெளியிலிருந்து இறக்குமதி செய்யும் சூழல் ஏற்பட்டது.

ஆக மரக்கட்டைகளின் தட்டுப்பாட்டினால் அவைகளின் விலை அதிகரித்தது. அந்த சமயத்தில் தீ மூட்ட மரக்கட்டைகளைத் தவிர்த்து வேறு ஏதேனும் குறைந்த விலையில் அதிகமாகக் கிடைக்கிற எரிபொருளை உபயோகிக்க முடியுமா என்று பல மனிதர்கள் யோசிக்க ஆரம்பித்திருக்க வேண்டும்.

உண்மையில் அப்படிப்பட்ட எரிபொருள் ஒன்று இருந்தது. அந்த எரிபொருள் சில விஷயங்களில் கிட்டத்தட்ட மரக்கட்டை போன்றதுதான். அதாவது அந்த எரிபொருள் ஒரு காலத்தில் மரக்கட்டையாக இருந்து பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னால் ஒரு காட்டின் அங்கமாக இருந்த ஒன்று.



இப்படிப்பட்ட பழமையான காடுகளில் உள்ள மரங்கள் ஏற்கனவேயே வழக்கொழிந்து போனவை. தற்போதைய மரங்கள் அந்தக் காடுகளில் காணக் கிடைக்காது. அந்தக் காடுகளில் ஹார்ஸ்டெயில்ஸ் (Horsetails), கிளப் மாஸஸ் (Club mosses), ராட்சத ஃபெர்ன்ஸ் (Giant ferns), போன்ற தாவரங்கள் இருந்தன.

345 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் ஆரம்பித்து 100 மில்லியன் ஆண்டுகள் தழைத்த இந்த பிரம்மாண்டமான காடுகளில் உள்ள மரங்கள் தாழ்வான, தட்டையான, சேறான பகுதிகளில் வளர்ந்தன.

மரங்களுக்கும் ஆயுள் உண்டு. ஒரு கட்டத்தில் அவை இயற்கையாக இறந்து போகும். சில சமயங்களில் மரங்கள் மின்னல் தாக்குதல், சூறாவளிக் காற்று, பெரிய மிருகங்களின் தாக்குதல் போன்றவற்றினாலும் சாய்ந்து இறப்பதுண்டு. காட்டுத் தீயால் எரிந்தோ அல்லது வயதின் காரணமாக இறந்தோ போவதுண்டு. அப்படிப்பட்ட சமயங்களில், காற்று அதன் மேல் பட்டால் அதில் இருக்கும் ஆக்சிஜன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மெதுவாக ஒன்றோடு ஒன்று இணையும். முடிவாக அந்த மரங்கள் அழுகிப் போகும்.

ஆனால் சேறான பகுதிகளில் வாழும் மரங்கள் இறந்தால் அவை ஆழமில்லா தண்ணீரிலோ புதைகுழியிலோ விழும். அப்படி ஆகும்போது அங்கங்கே சில பகுதிகள் அழுகினாலும், அங்கு ஆக்சிஜன் இல்லாததாலும் காற்று புக முடியாததாலும் அந்த மரங்கள் முழுமையாக அழுகாது.

மற்ற இடங்களில், இறந்த மரங்களுக்கு அருகே ஆக்சிஜன் பற்றாக்குறை இருந்தால் அவைகளுக்கும் இந்த கதிதான் ஏற்பட்டது. ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் ஒன்றோடு ஒன்று இணைய, கார்பன் அணுக்கள் தனித்து விடப்பட்டன.

அப்படி வீழ்ந்த மரங்கள் மெதுவாக ஒரு கரிய பொருளாக உருமாற்றம் பெற்றது. மரக்கரியைப் (Charcoal) போல் அந்தப் பொருள் நடந்துகொண்டது. இப்படி ஆயிரமாயிரம் ஆண்டுகளாக மரங்கள் வீழ் வீழ் அந்தக் கறுப்புப் பொருளின் அளவு அதிகரித்தது. ஆயிரம், மில்லியன் டன் கணக்கில் அவை பெருகின.

ஒரு கட்டத்தில் முக்கால்வீத காடு இப்படி கறுப்புப் பொருளால் ஆக, அந்தக் கறுப்புப் பொருட்களைப் புதிய மண் மூடியது. காலங்கள் செல்ல செல்ல இப்படியே பாளம் பாளமாகப் புதிய மண் அவற்றை மூடியது. அந்த மண்ணில் புதிய காடுகள் தோன்றின. பிறகு அவை அழிந்து அதற்கு மேல் இன்னொரு மண் பாளம் தோன்றியது.

இப்படி மண் பாளங்கள் பெரிதாகி இன்னும் ஆழமாகப் புதைந்து போகும்போது அதன் எடையால் அழுத்தம் தாங்காமல் அதனுள்ளே இருக்கும் தண்ணீர் வெளியே பிழியப்படும். இதனால் அந்த மண் பாளத்தில் உள்ள வறண்டு போன மணல் மற்றும் சரளைக் கல்கள் இணைந்து பெரிய கற்கள் ஆகும். அந்த கற்கள் தங்களின் எடையால் அந்த கறுப்புப் பொருளை அழுத்தும்.

மனிதர்கள் உருவாக்கும் சாதாரண மரக்கரி லேசாகவும் பொடியாகவும் இருக்கும். ஆனால் இந்தக் கறுப்புப் பொருட்கள் மிக அதிகமான அழுத்தத்திற்கு உள்ளாகி அவை பருமனாகவும் கடினமாகவும் திடமாகவும் ஆகும். அது பார்ப்பதற்கு மரக்கரியைப் போல் இருக்காது. ஆனால் அதுவும் தீயால் எரியும், புகையும். எனவே இதுவும் ஒருவகையான கரிதான். ஆனால் காலப்போக்கில் மக்கள் இதையே கரி என்று அழைக்க ஆரம்பித்தனர். இன்றும் கரி உருவாகிக்கொண்டுதான் இருக்கிறது. இன்றும் சேற்றுப் பகுதிகளில் மரங்கள் புதைக்கப்பட்டு, தண்ணீர்

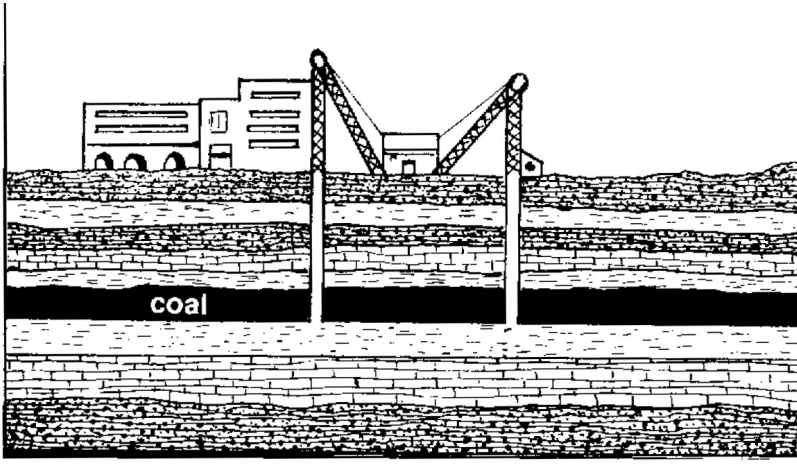
வெளியேற்றப்பட்டு அவற்றை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த முடியும். இந்த வறண்ட மக்கிப் போன மரப்பொருளிற்குப் பெயர் பீட் (Peat).

ஏற்கனவே ஹைட்ரஜன் நிறைய ஆக்சிஜனோடு இணைந்துவிட்டதால் புதிய மரத்தில் உள்ளதைவிட இந்தப் பீட்டில் கார்பன் அதிகமாக இருக்கும். புதிய மரத்தில் 50% கார்பன் இருக்கும். ஆனால் பீட்டில் 60% கார்பன் இருக்கும். பீட்டிற்கு அடுத்த நிலை பழுப்பு நிலக்கரி (Lignite). வறண்ட பழுப்பு நிலக்கரியில் கிட்டத்தட்ட 70% கார்பன் இருக்கும்.

பழுப்பு நிலக்கரிக்கும் அடுத்த நிலையில் இருக்கும் ஒரு வகையான கரியில் 85% கார்பன் இருக்கும். இந்த கரி காற்று இல்லாத சூழ்நிலையில் சூடேற்றப்பட்டால் (காற்று இருந்தால் தீப்பற்றி விடும்) மீதி 15% இருக்கும் பிற பொருட்கள் சில கார்பன் அணுக்களோடு சேர்ந்து வெளியேறிவிடும் அப்படி வெளியேறிய பொருட்கள் சேர்ந்து கறுப்புத் தார் ஆகிறது. பண்டைய காலத்தில் அது பிட்டுமன் (Bitumen) என்று அழைக்கப்பட்டது. அதனால் இந்த வகையான கரி பிட்டுமினஸ் (Bituminous) கரி என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இறுதியான நிலையில் இருக்கும் ஒரு வகையான கரியில் குறைந்தது 95% கார்பன் இருக்கும். இவை சூடான சிவப்பாக ஒளிர்ந்து மரக்கரி போலவே எரியும். இந்த வகையான எம்பர் (Ember) கரிக்கு ஆந்த்ரசைட் (Anthracite) கரி என்று பெயர் (எம்பர் என்ற சொல் கிரேக்க மொழியில் ஆந்த்ராக்ஸ் எனப்படுகிறது).

கரி எப்பொழுதும் மெதுவாகவே உருவாகிறது. இப்பொழுது சேற்று நிலங்கள் குறைந்துவிட்டதனால் கரி உருவாகும் வேகம் குறைந்து தற்போது அது மிக



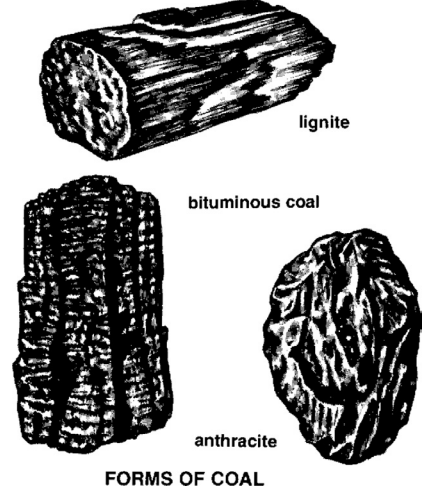
மெதுவாக உருவாகி வருகிறது. எனவே பீட் கரியும் பழுப்பு நிலக்கரியும் மிக சிறிய சதவீதங்களிலேயே கிடைக்கிறது. நில அழுத்தம் மிக அதிகமாக இருக்கும் சில இடங்களில் மட்டும்தான் ஆந்த்ரசைட் கரி உருவாகி வருகிறது. அதுவும் கூட உலகில் உள்ள மொத்த கரியோடு ஒப்பிட்டால் சதவீதத்தில் சிறிதே.

உலகில் உள்ள முக்கால்வீத கரி பிட்டுமினஸ் கரிதான். நிலத்திற்கு அடியில் அவை ஏராளமாகக் கிடைக்கின்றன. கிட்டத்தட்ட 8,000,000,000,000 (8 ட்ரில்லியன்) டன் பிட்டுமினஸ் கரி பூமியில் உள்ளது.

கரி நிலத்தின் அடியில் இருக்கும்வரை மக்களுக்கு அது அங்கே இருக்கிறது என்ற தெரிய வாய்ப்பில்லை. ஆனால் மில்லியன் வருடங்களாக நிலத்தின் மேற்பரப்பு மாறாமல் இருக்கப் போவதில்லையே?

மிக மெதுவாக, நம் கால்களுக்குக் கீழே இருக்கும் நிலப் பாறைகள் நகர்கின்றன. நம் கண்களால் இதைப் பார்க்க முடியாது. இந்த நகர்தல் மிக மிக மெதுவாக நிகழ்வதால் அதை நம்மால் உணர முடியாது. ஆனால் அது நகர்கிறது.

நிலத்தில் இப்படி மாற்றம் மெதுவாக நடக்கும் போது பாளம் பாளமாகப் பாறைகள் ஒன்றோடு ஒன்று தள்ளியோ இழுத்தோ தன்னை சமன்படுத்திக்கொள்ளும். சில பகுதிகள் மேல்நோக்கி தள்ளப்பட்டு மலைகள் ஆகின்றன. சில பகுதிகள் கீழ்நோக்கி தள்ளப்பட்டு பள்ளங்கள் ஆகின்றன.



நிலத்திற்கு அடியே இருக்கும் நிலக்கரி பாளங்களும் இந்த மாற்றத்திற்கு ஏற்றவாறு வளைந்து, சில பாளங்கள் பூமிக்கு இன்னும் அடியிலும் சில பாகங்கள் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு அருகிலும் வந்து தங்கும். சில பாளங்கள் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கே வர, நிலக்கரிக் கட்டிகள் தரையில் அங்கும் இங்குமாக சிதறிக் கிடக்கும்.

இப்படி சிதறிக் கிடந்த நிலக்கரிக் கட்டிகளை ஆயிரமாயிரம் ஆண்டுகளாக மனிதர்கள் கண்டுகொள்ளவே இல்லை. மற்ற கற்கள் போல் அது ஒரு கருங்கல் என்றே அதைப் பார்த்தனர். சில சமயம் சிறுவர்கள் வேண்டுமானால் மற்ற கற்களைப் பொறுக்கி விளையாடுவதைப் போல் அந்தக் கட்டிகளையும் பொறுக்கி விளையாடியிருக்கலாம்; மற்றபடி அந்த நிலக்கரிக் கட்டிகளை வைத்து ஆயுதமும் தயாரிக்க முடியாது என்பதால் பெரியவர்கள் அவற்றைக் கண்டுகொள்ளவில்லை.

4. தொழில்புரட்சி

கரியிடம் என்ன சிக்கல் என்றால் அது எரியுமா எரியாதா என்று நிச்சயமாக அறுதியிட்டு சொல்ல முடியாது என்பதுதான். ஒரு பொருள் தீப்பற்றக்கூடியதாக இருந்தாலும் அதை எளிதாக தீப்பற்றவைத்துவிடலாம் என்று எண்ணிவிட முடியாது. ஒரு பொருள் தீப்பற்றிக்கொள்வது எளிதா கடினமா என்பது சூழ்நிலையைப் பொருத்தது.

ஒரு பொருளின்மீது எவ்வளவுக்கெவ்வளவு காற்று படுகிறதோ, அப்பொருளின் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இடங்களில் காற்று படுவதுபோல் இருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு சுலபமாக அப்பொருள் தீப்பற்றிக்கொள்ளும். ஒரு அகலமான மரப்பொருள் சுலபமாகத் தீப்பற்றாது. ஆனால் அதை சிறு சிறு சுள்ளிகளாக உடைத்தால் காற்று அந்த மரப்பொருளின் பல இடங்களில் படும். எனவே அது எளிதாகத் தீப்பற்றிக்கொள்ளும். மரத்தூள் (Sawdust) மிக எளிதாகத் தீப்பற்றிக்கொள்ளும்.

மரப்பொருளில் உள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள், கார்பன் அணுக்களை விட எளிதாகத் தீப்பற்றிக்கொள்ளும். ஒரு பொருளில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு கார்பன் அணுக்கள் உள்ளனவோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு கடினம் அந்தப் பொருளைத் தீப்பற்றவைப்பது. ஆனால் தீப்பற்றியவுடன் அது சீக்கிரம் அணையாமல் எரிந்துக்கொண்டுதான் இருக்கும்.

மரக்கரியில் (Charcoal) கார்பன் அணுக்கள் அதிகமாக உள்ளதால் அதைத் தீப்பற்ற வைப்பது மரப்பொருளை விடக் கடினமாக இருக்கும். யாராவது உங்கள் வீட்டு சமையலறையில் மரக்கரி கொண்டு அடுப்பைப் பற்ற வைப்பதைப் பார்த்திருக்கிறீர்களா? சில சமயம் முதலில்

காசித்தத்தில் தீ மூட்டி அதன் பின் மரக்கரியைத் தீப்பற்ற வைப்பார்கள், இல்லையென்றால் அதன்மேல் ஒரு திரவ எரிபொருளை ஊற்றி அதனை முதலில் தீப்பற்ற வைப்பார்கள்.

ஆனால் மரக்கரியில் சிறு துவாரங்களாவது உள்ளன. அவற்றை நம் கண்களால் பார்க்க முடியாது. காற்றால் அவற்றிற்குள் புகுந்து மரக்கரியின் உள்பாகங்களுக்கு செல்ல முடியும். கரி மரக்கரியை விட கடினமானது, மற்றும் அவற்றில் சிறு துவாரங்களும் அவ்வளவாக இருக்காது. எனவே மரக்கரியைத் தீப்பற்றவைப்பதை விட கரியைத் தீப்பற்றவைப்பது கடினம். கரியால் நெருப்பை உண்டாக்குவது கடினம்.

ஆனாலும் அவ்வப்போது கரி தீப்பற்றப்படுகிறது. மக்கள் நெருப்பை சுற்றி முகாமிட்டு குளிர்காயும்போது ஒரு கரித்துண்டு தற்செயலாக அதில் விழலாம். அல்லது ஒரு கரித்துண்டு இருக்கும் இடத்திலேயே தற்செயலாகத் தீ மூட்டப்படலாம்.

சிறிது நேரம் கழித்து, நெருப்பு அணைந்தபின் யாராவது ஒருவர் அந்த சாம்பலுக்கு மத்தியில் கருப்பாக மின்னும் ஒரு பொருளைக் கவனித்திருப்பார். சுற்றியுள்ள மற்ற பொருட்கள் குளிர்ச்சியடைந்தாலும் அது மட்டும் இன்னமும் சூடாகவும் மின்னியபடியும் இருந்துக்கொண்டிருக்கும். அதன்மேல் ஒரு சுள்ளியையோ புல்லையோ வைத்தால் அது தீப்பற்றிக்கொள்கிறது என்றால், அந்தக் கரிய பொருளும் தீப்பற்றிய நிலையில்தான் இருக்கிறது.

இது பல முறை நடந்திருக்கலாம். மக்கள் இதை ஒரு வேடிக்கையான சம்பவமாகப் பார்த்து, அதை மறந்துபோயிருக்கலாம். நாட்கள் செல்ல செல்ல யாராவது ஒருவர் எரிந்த ஒரு கரிக்கட்டியைத் தேட ஆரம்பித்திருக்கலாம்.

அது மெதுவாக எரிகிறது, மேலும் மற்ற பொருட்களையும் தீப்பற்ற வைக்கிறது. எனவே நெருப்பை உண்டாக்க மரங்களை வெட்டுவதற்கு பதில் இப்படி கரிக்கட்டிகளை உபயோகப்படுத்துவது சுலபம் இல்லையா?

இப்படி கரியை முதன்முதலில் தீ மூட்ட பயன்படுத்தியது ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு சீனாவில்தான் என்று தோன்றுகிறது (ஏனெனில் அப்பொழுது சீனாதான் உலகிலேயே மிகவும் வளர்ச்சியடைந்த நாடாக இருந்தது).



அ ப் பொழுது ஐரோப்பாவில் இருந்த மக்களுக்கு சீனாவில் என்ன நடக்கிறது என்பதே தெரியாது. 1275-ம் ஆண்டு, மார்கோ போலோ என்னும் இத்தாலிய இளைஞன் ஆசியா முழுக்க பயணம் செய்யப்பட்டு, சீனாவிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டான். அப்பொழுது சீனா மிகப்பெரிய சாம்ராஜ்யம்.

மார்கோ போலோ அங்கு பல வருடங்கள் தங்கியிருந்து, அந்த நாடு இவ்வளவு வளர்ச்சியடைந்து, ஐரோப்பாவை விட நாகரிகமடைந்து, செல்வ செழிப்போடு இருக்கிறது என்று ஆச்சரியப்பட்டார். 1295-ம் ஆண்டு அவர் இத்தாலி திரும்பி மூன்று வருடங்களுக்குப் பின் தன் சீன அனுபவங்களை ஒரு புத்தகமாக எழுதினார். இந்தப் புத்தகத்தில் பல விஷயங்களுக்கு மத்தியில், சீனர்கள் கறுப்புக் கற்களை வைத்துத் தீ மூட்டினர் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார்.

மார்கோ போலோவின் புத்தகம் சிறப்பாக விற்கப்பட்டு, ஐரோப்பாவின் படித்த மனிதர்கள் பலர் அதனை வாங்கிப் படித்தனர். மார்கோ போலோ எழுதிய சில விஷயங்களை அவர்களால் அப்பொழுது நம்ப முடியாவிட்டாலும் அவர் எழுதியது உண்மைதான் என்று இப்பொழுது நமக்குத் தெரியும். அந்தப் புத்தகத்தைப் படித்த சிலர் நிச்சயமாக அந்த கறுப்புக் கட்டியைப் பற்றி அதிசயப்பட்டிருப்பார்கள். குளிர்காயும்போது அந்தக் கட்டியை பார்த்த சிலர் மேலும் அது போன்ற கற்களைத் தேட ஆரம்பித்திருப்பார்கள்.

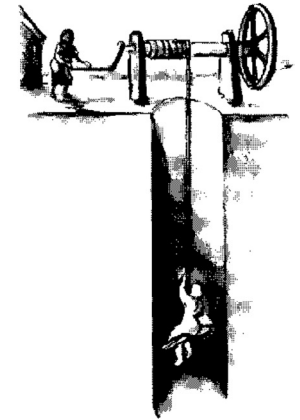
அடுத்த சில நூற்றாண்டுகளில் ஐரோப்பியர்கள் தீ மூட்ட கீழே கிடந்த கரிக்கட்டிகளைப் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தனர். கரிக்கட்டிக்கு நிலத்தை தோண்டும் யோசனை ஐரோப்பியர்களுக்கு முதன்முதலாக நெதர்லாந்து நாட்டில் வந்தது.

இது ஒன்றும் வழக்கத்திற்கு மாறான செயல் அல்ல. நிலத்தில் தோண்டிதான் உலோகக்கலவைகளையும் விலையுயர்ந்த நகைக் கற்களையும் மக்கள் பெற்றார்கள்.

ladders



hand-winding



EARLY METHODS OF ENTERING A COAL MINE

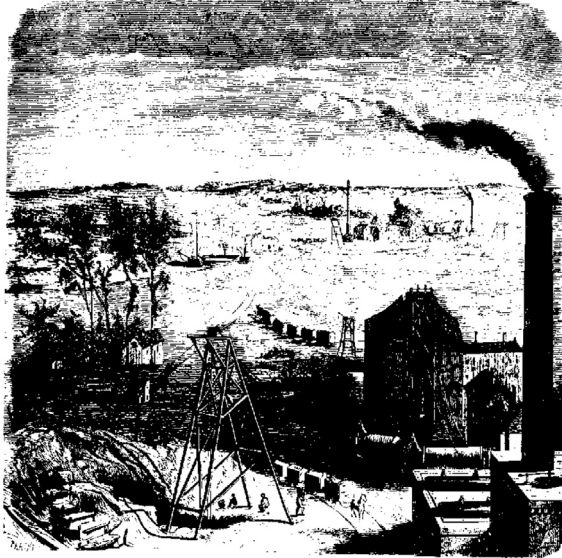
தீப்பற்றக்கூடிய கருங்கட்டிகள் நிலத்தில் இருக்கும்போது, மேலும் அதுபோன்ற கற்கள் நிலத்திற்கு அடியில் இருக்காதா என்ன?

நெதர்லாந்து நாட்டில் நிலத்தில் தோண்டிய மக்கள் அப்படித்தான் நிலத்தடியில் கரியைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

நெதர்லாந்து நாட்டிற்கும் இங்கிலாந்து நாட்டிற்கும் இடையே வடக்கு சமுத்திரம் இருந்ததால் இரு நாட்டு மக்களும் பெரிய அளவில் வாணிபம் செய்து வந்தனர்.

இங்கிலாந்து நாட்டு மக்கள் நெதர்லாந்து மக்கள் கரித்துண்டுகளை வைத்துப் பொருட்களைத் தீப்பற்றுவதைப் பார்த்து, அப்படிப்பட்ட கற்கள் இங்கிலாந்திலும் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்தனர்.

வேல்ஸ் நிலப்பகுதியை சேர்த்தால் பிரிட்டன் தீவுகளின் ஐந்தில் மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும்



NEWCASTLE, ENGLAND, IN THE 1800s

இங்கிலாந்திற்கு இது மிகவும் முக்கியமானது (மீதி பகுதி ஸ்காட்லாந்து தேசத்திற்கு சொந்தமானது). இங்கிலாந்து மக்களுக்கு வீட்டிற்கும், கப்பலுக்கும், அடுப்புக்கும் மரப்பொருட்கள் தேவைப்பட்டன. ஆனால் 1600-ம் ஆண்டு வாக்கில் இங்கிலாந்தின் காடுகள் பாதி அழிந்துவிட்டன.

இங்கிலாந்து வெளிநாடுகளிலிருந்து மரப்பொருட்களை வாங்கலாம்; ஆனால் அது அபாயமாகப் பட்டது.

இங்கிலாந்து தன் பாதுகாப்பிற்குத் தன் கப்பல்களையே நம்பியது. ஸ்பெயின், ஃபிரான்ஸ், ஆஸ்திரியா போன்ற நாடுகளில் மக்கள் தொகையும் இராணுவமும் இங்கிலாந்தை விட அதிகமாகவும் பலமாகவும் இருந்தது. மற்ற நாடுகள் இங்கிலாந்தின் மீது படையெடுத்து அதைக் கைப்பற்றாத ஒரே காரணம் அது ஒரு தீவில் இருந்ததுதான். படையெடுப்பவர்கள் கடலைக் கடக்கும்போதெல்லாம் இங்கிலாந்து நாட்டுக் கப்பல்கள் அவர்களைத் தடுத்து வந்தன.

அப்படி கப்பல்களைக் கட்டுவதற்குத் தேவையான மரப்பொருட்களின் தேவைக்கு, இங்கிலாந்து மற்ற நாடுகளை நம்பியிருந்தால், அவை திடீரென்று மரப்பொருட்கள் தருவதை நிறுத்திவிட்டால் என்ன ஆகும்? இங்கிலாந்து நாட்டின் கப்பல் படை பலவீனம் அடைந்து அந்த நாடு தோற்றுவிடும்.

இங்கிலாந்துக்கு உணவும் உள்நாட்டிலேயே கிடைக்க வேண்டும். அப்படியென்றால் அது உணவை சிக்கனமாக உபயோகிக்க வேண்டும். வெப்பத்திற்கும் ஒளிக்கும் தேவையான எரிபொருளுக்கு இங்கிலாந்து வேறு ஏதேனும் பொருளை சார்ந்திருந்தால், நிறைய மரங்களைக் காத்து அவற்றை வைத்து மேலும் பல கப்பல்களை உருவாக்க முடியும்.

அது ஏன் கரியாக இருக்கக்கூடாது?

இங்கிலாந்து மக்கள் கரியைத் தேடும்போது வடக்குப் பகுதியில் நிறைய கரி கிடைத்தது. மக்கள் அதனைத் தோண்டியெடுத்து, வண்டியில் போட்டு, வடக்கு சமுத்திரத்தின் கரையில் இருக்கும் நியூகேசில் (New Castle) என்னும் நகரத்திற்குக் கொண்டு சென்றார்கள். அங்கிருந்து கரி கப்பல் மூலமாக லண்டனுக்குக் கொண்டுவரப்பட்டது.

இங்கிலாந்துக்கு சரியான நேரத்தில் கரி கிடைத்தது. மேலும் மேலும் அது வடக்குப் பகுதியிலிருந்து தோண்டியெடுக்கப்பட்டு நியூ கேசில் நகரத்திலிருந்து வெளியே கொண்டு செல்லப்பட்டது.

1600-ம் ஆண்டு வாக்கில் இங்கிலாந்து 2 மில்லியன் டன் கரியை ஆண்டுதோறும் உற்பத்தி செய்தது. அப்பொழுது உலகின் மொத்த கரி உற்பத்தியில் இது 80 சதவீதத்திற்கும் அதிகம்.



POLLUTED LONDON IN THE 1890s

முதலில் கரி லண்டனுக்கு எடுத்து வரப்பட்டு எரிபொருளாக மட்டும் உபயோகிக்கப்பட்டது. சமைக்கவும் குளிர்காலத்தில் வீட்டை சூடாக வைத்திருக்கவும் மட்டுமே கரி உபயோகிக்கப்பட்டது. அது பிட்டுமினஸ் கரி என்பதால் அதில் உள்ள தார் துர்நாற்றமெடுக்கும், புகை கக்க எரிந்தது. அந்தக் கரித்துகள்கள் மொத்த நகரத்தையும் சூழ்ந்து அசுத்தப்படுத்தியது.

ஆனாலும் அரசாங்கம் கரியை எரிப்பதை ஆதரித்தது. ஏனென்றால் குறைவாக உள்ள மரத்தை எரிப்பதற்கு பதில் கரியை எரிப்பது மேலானதாகப் பட்டது.

இருந்தாலும் மரக்கரியை உற்பத்தி செய்ய மரத்தை எரிக்க வேண்டியதாக இருந்தது. மரக்கரியால்தான் உலோகக்கலவையை உருக்கி இரும்பை எடுக்க முடியும். இரும்பால் ஏகப்பட்ட உபயோகங்கள் இருந்தன. இங்கிலாந்து கப்பல்களில் இரும்பால் ஆன பீரங்கிகள் இல்லாவிட்டால் அந்தக் கப்பல்களால் பெரிய பயன் இருக்காது.

நிறைய மரங்கள் தேவைப்பட்டதால், இரும்பை எடுக்கும் அடுப்புகள் காடுகளின் மத்தியில்தான் கட்டப்பட்டன. அந்தக் காடுகளும் இரும்பிற்குத் தேவை உள்ள இடங்களிலிருந்து வெகு தூரத்தில் இருந்தன. மேலும் மரங்களை அதிகமாக வெட்டிக்கொண்டே போனதால் காடுகள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அழிந்துகொண்டு வந்தன.

இரும்பை எடுக்க மரக்கரிக்கு பதில் கரியை உபயோகித்தால் என்ன? கரி சிறு சிறு கட்டிகளாகக் கிடைத்ததால் அவற்றை எடுத்துக்கொண்டு போவதும் சுலபம். மேலும் இரும்பை எடுக்கும் அடுப்புகள் இரும்பு தேவைப்படும் இடத்திற்கு அருகிலேயே இருக்கலாம்.

சிக்கல் என்னவென்றால் பிட்டுமினஸ் கரி அதிக வெப்பத்துடன் எரியவில்லை.

எனினும் 1603-ம் ஆண்டு ஹியூக் பிலாட் (Hugh Platt) என்னும் ஆங்கிலேயர் ஒரு வழிமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். அதாவது பிட்டுமினஸ் கரியை ஆக்சிஜன் அற்ற ஒரு சூழ்நிலையில் சூடேற்றினால், கரும்புகையை உண்டாக்கும் தாரை நீக்கிவிடலாம். மீதி இருக்கும் பொருளுக்கு கோக் (Coke) என்று பெயர். மரக்கரியைப் போல் கோக்கும் வெறும் கார்பன் அணுக்களால் நிறைந்தது. கோக் அதிக வெப்பத்துடன் எரிந்து இரும்பு உலோகக் கலவையிலிருந்து இரும்பை வெளியே எடுத்தது.

முதலில் கோக் உற்பத்தி தரமானதாக இல்லை. அதை எப்படி தரமுடன் உற்பத்தி செய்வது என்பதைக் கற்றுக்கொள்ளவும் அதை வைத்து இரும்பை உற்பத்தி செய்யவும் வெகு காலம்

ஆனது. 1709-ம் ஆண்டு ஆபிரகாம் டார்பி (Abraham Darby) என்னும் ஆங்கிலேயர்தான் முதன்முதலில் கோக்கை வைத்துப் பெரிய அளவில் இரும்பை உற்பத்தி செய்தார்.

இப்படியாக கரியாலும் கோக்காலும் இங்கிலாந்து நாட்டின் மரங்கள் காப்பாற்றப்பட்டன.

இதற்கு இடையே, வேறு சில ஆங்கிலேயர்கள் எப்படி தரமான கரி மற்றும் இரும்பை உற்பத்தி செய்வது என்று ஆராய்ச்சி செய்தனர்.

நிலக்கரி சுரங்கங்களில் தண்ணீர் அடியில் தேங்கிக் கொள்ளும். இந்தத் தண்ணீர் வெளியேற்றப்பட்டால்தான் அந்த சுரங்கத்திலிருந்து உபயோகமான கரியை எடுக்க முடியும். இந்தத் தண்ணீர் பல மனிதர்களின் உழைப்பின் மூலம் வெளியேற்றப்பட்டது.

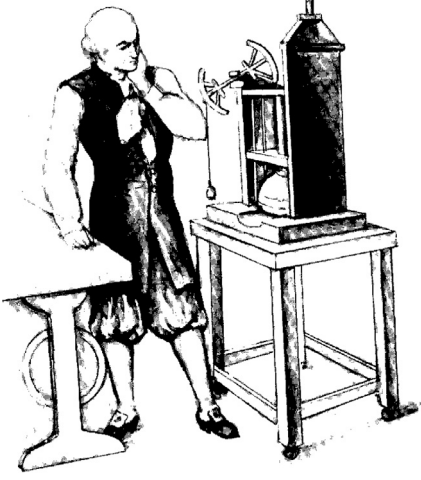
நீராவியை வைத்துத் தண்ணீரை வெளியேற்றினால் என்ன? ஒரு கெண்டியில் தண்ணீரைக் கொதிக்க வைத்தால், நீராவி அதன் துவாரத்தின் வழியாக அழுத்தத்துடன் வெளியேறும். அந்த நீராவியை வைத்து சுரங்கத்தில் தேங்கியிருக்கும் தண்ணீரை ஊதி வெளியேற்ற முடியும்.

இல்லையென்றால் அந்த நீராவியை ஒரு குழாயில் நிரப்பி அதைக் குளிர்ச்சியடைய செய்யலாம். அப்படிச் செய்தால் நீராவி திரவம் ஆகிக் கீழே வழிந்துவிட, அந்தக் குழாயில் வெற்றிடம் (Vacuum) உருவாகும். அந்தக் குழாயை தண்ணீர் இருக்கும் பகுதியில் இணைத்தால், அந்தத் தண்ணீர் அந்த வெற்றிடத்தை நிரப்பிவிடும். இப்படி சுரங்கத்திலிருந்து தண்ணீரை வெளியேற்ற முடியும்.

சுரங்கத்திலிருந்து தண்ணீரை வெளியேற்றும் நீராவிப்பொறி (Steam engine) இயந்திரம் 1698-ம் ஆண்டு தாமஸ் சாவரி (Thomas Savery) என்னும் ஆங்கிலேயரால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த இயந்திரம் நீராவியை மிக அதிக அழுத்தத்தில் பயன்படுத்தியது. அதனால் இந்த இயந்திரம் அவ்வப்போது வெடித்து, மக்கள் இறந்துபோகும் வாய்ப்புகள் ஏற்பட்டன.

சாவரியுடன் பணியாற்றிய தாமஸ் நியூகமன் (Thomas Newcomen) என்னும் மற்றொரு ஆங்கிலேயர் 1725-ம் ஆண்டு குறைந்த அழுத்தத்தில் நீராவியை உபயோகிக்கும் புதிய நீராவிப்பொறியை உருவாக்கினார். இது ஒழுங்காக வேலை செய்ததோடு மட்டுமில்லாமல் பாதுகாப்பாகவும் இருந்தது. 1778-ம் ஆண்டுவாக்கில் எழுபதுக்கும் மேற்பட்ட நியூகமன் நீராவிப்பொறிகள் இங்கிலாந்தின் கார்ன்வால் (Cornwall) மாநிலத்தின் சுரங்கங்களில் தண்ணீரை வெளியேற்றிக் கொண்டிருந்தன.

நீராவிப்பொறியில் உள்ள சிக்கல் என்னவென்றால், இயந்திரம் வேலை செய்ய முதலில் நீராவி வேண்டும். நீராவி



JAMES WATT WORKING ON A MODEL
OF NEWCOMEN'S ENGINE

வேண்டுமென்றால் நாம் தண்ணீரைக் கொதிக்க வைக்க வேண்டும். தண்ணீரைக் கொதிக்க வைக்க எரிபொருள் வேண்டும்.

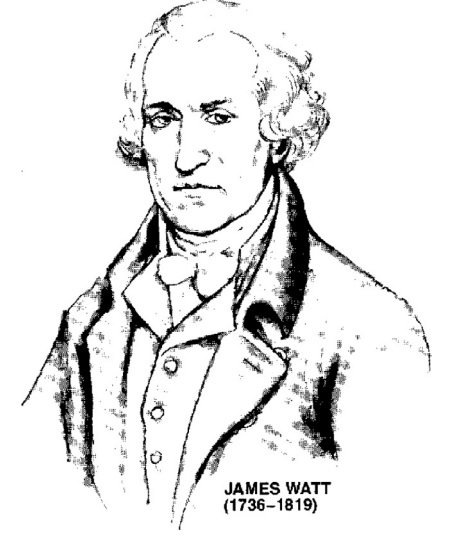
தண்ணீரை வெளியேற்றத் தேவையான நீராவியை உற்பத்தி செய்ய ஏராளமான எரிபொருள் செலவானது. எரிபொருள் மூலமாகக் கிடைத்த

வெப்பத்தில் இருநூறில் ஒரு பங்கு வெப்பம் மட்டுமே, தண்ணீரை வெளியேற்றப் பயன்பட்டது, மீதி வெப்பம் நீராவிப்பொறியின் உலோகப் பாகங்களையும் அதைச் சுற்றியுள்ள காற்றையும் சூடேற்றியது. இப்படி எரிபொருள் தந்த சக்தி அதிகமாக வீணானது.

1765-ம் ஆண்டு ஸ்காட்லாந்து நாட்டை சேர்ந்த பொறியாளர் ஜேம்ஸ் வாட் (James Watt) ஒரு மேம்பட்ட நீராவிப்பொறியை உருவாக்கினார். நியூகமன் நீராவிப்பொறி உபயோகிக்கும் (எரிபொருளிலிருந்து கிடைத்த)வெப்பத்தை விட ஆறு மடங்கு அதிக வெப்பத்தை வாட்டின் நீராவிப்பொறி உபயோகித்தது.

வாட் தன் நீராவிப்பொறியின் அமைப்பை மேம்படுத்திக்கொண்டே இருந்தார். விரைவில் நியூகமன் நீராவிப்பொறிக்கு பதிலாக வாட்டின் நீராவிப்பொறி பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. 1800-ம் ஆண்டு வாக்கில் இங்கிலாந்தில் கிட்டத்தட்ட 500 வாட் நீராவிப்பொறிகள் உபயோகத்தில் இருந்தன.

மேலும் ஜேம்ஸ் வாட் தன் நீராவிப் பொறியை வைத்து உந்துத்தண்டு (Piston) என்னும் கம்பியை இழுத்து, தள்ளி, அதன்மூலம் ஒரு சக்கரத்தை சுற்றும் வழிமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். இதனால் நீராவிப் பொறியைத் தண்ணீர் வெளியேற்ற மட்டும் பயன்படுத்தாமல் இன்ன பிற உபயோகங்களுக்காகவும் பயன்படுத்தலாம். அவைகளால் எல்லா இயந்திரங்களையும் மனிதர்களைவிட வேகமாகவும் அதிக நேரத்திற்கும் இயங்க வைக்க முடியும்.



நீராவிப்பொறி குறிப்பாக துணி நெய்யும் இயந்திரங்களை இயக்க உருவாக்கப்பட்டன. பஞ்ச ஆடைகள் இதன் மூலமாகக் குறைந்த செலவில் உற்பத்தி செய்யப்பட்டன (தொழில் புரட்சி என்று சொல்லப்படுவதன் ஆரம்பம் இதுதான்).

இங்கிலாந்து அப்பொழுது ஸ்காட்லாந்துடன் இணைந்து ஒன்றுபட்ட பிரிட்டன் சாம்ராஜ்யமாக உருவாகியிருந்தது. ஒட்டுமொத்த உலகத்திற்கும் பஞ்ச ஆடைகள் நெய்யும் தொழிற்சாலைகள் கொண்ட நாடாக பிரிட்டன் ஆகியிருந்தது. பிரிட்டனுக்குக் கிடைத்த வருமானத்தில் அது பஞ்சப் பொருட்களை வாங்கியது, பஞ்ச ஆடைகளை நெய்ய. பொருட்களை உற்பத்தி செய்ய ஆன செலவை விட பொருட்களை விற்பதில் கிடைத்த வரவு மிக மிக அதிகமாக இருந்ததால் பிரிட்டன் அதி விரைவிலேயே உலகின் சக்திவாய்ந்த, பணக்கார நாடாக மாறியது.

ஆனால் வாட் நீராவிப்பொறியும் கூட 90 சதவீத வெப்பத்தை உபயோகிக்காமல் வீணாக்கியே வந்தது. பிரிட்டன் மட்டும் மரத்தை எரிப்பொருளாக உபயோகித்திருந்தால் வெகு விரைவிலேயே பிரிட்டனின் ஓட்டுமொத்தக் காடுகளும் அழிந்து போயிருக்கும். தொழிற்புரட்சியே ஏற்பட்டிருக்காது.

ஆனால் நீராவிப்பொறி பிரிட்டனில் ஏராளமாகக் கிடைத்த நிலக்கரியை உபயோகப்படுத்தியது. நிலக்கரியால்தான் தொழிற்புரட்சியே சாத்தியமானது.

அதேபோல் நீராவிப்பொறிகள் சுரங்கங்களிலும் தொழிற்சாலைகளிலும் இயங்குவதோடு மட்டும் நிற்காமல் அவை கப்பல்களிலும் பயன்படுத்தப்பட்டன. தண்ணீருக்கு அடியில் இருக்கும் கப்பலின் சக்கரங்களை இயக்குவதில் நீராவிப்பொறிகளைப் பயன்படுத்தியதன் மூலம் கப்பல்களால் பெருங்காற்றுக்கே எதிராக எளிதாக நகரவும் திரும்பவும் முடிந்தது.

அப்படிப்பட்ட ஒரு நீராவிக்கப்பலை ஜான் ஃபிட்ச் (John Fitch) என்னும் அமெரிக்கர் 1787-ம் ஆண்டு உருவாக்கினார். அந்தக் கப்பல்களை வைத்து அவரால் பணம் சம்பாதிக்க முடியவில்லை. ஆனால் 1807-ம் ஆண்டு ராபர்ட் ஃபுல்டன் (Robert Fulton) என்னும் மற்றொரு அமெரிக்கர் உருவாக்கிய நீராவிக்கப்பல் வெற்றிகரமாக இயங்கியது. கொஞ்சம் கொஞ்சமாக அனைத்து வாணிபக்கப்பல்களும் நீராவிக்கப்பல்கள் ஆயின.

நிலத்தில் நீராவிப்பொறிகள் சக்கரங்களைத் திருப்பப் பயன்பட்டன. நீராவிப்பொறியால் ஒரு வண்டியை குதிரை இல்லாமல் நகர்த்த முடிந்தது. சமதளம் இல்லாவிட்டால் இந்த வண்டிகள் சரியாக இயங்காது என்பதால் இரும்புத் தண்டவாளங்களைத் தரையில் பதித்து அதன்மேல்

இந்த வண்டிகள் இயக்கப்பட்டன, அப்படிப்பட்ட வண்டிகள் லோக்கோமோட்டிவ் (Locomotive-லத்தீன் மொழியில் 'தானியங்கி') என்று அழைக்கப்பட்டன. ஒரு லோக்கோமோட்டிவால் பல இணைக்கப்பட்ட பெட்டிகளை இழுக்க முடிந்தது. அந்தப் பெட்டியில் சரக்கையோ மனிதர்களையோ ஏற்ற முடிந்தது. இப்படியாக தண்டவாளத்தின் மேல் இயங்கும் இரயில்கள் பயன்பாட்டுக்கு வந்தன.



ROBERT FULTON
(1765-1815)

முதல் வெற்றிகரமான லோக்கோமோட்டிவ் ஜார்ஜ் ஸ்டீபென்சன் (George Stephenson) என்னும் பிரிட்டானிய பொறியாளரால் 1814-ம் ஆண்டிலேயே உருவாக்கப்பட்டது.

இப்படியாகத் தொழிற்புரட்சி உலகத்தை வெகு வேகமாக மாற்றிக்கொண்டிருந்தது. அதன் வேகத்திற்குக் காரணம் தண்ணீரை நீராவியாக மாற்றிய நிலக்கரிதான்.

5. நிலக்கரியின் நிகழ்காலமும் எதிர்காலமும்

பிரிட்டன் நாடே தொழிற்புரட்சி நிகழ்ந்த முதல் நாடு ஆகும். அமெரிக்காவும் ஜெர்மனியும் 1800-ம் ஆண்டு வாக்கில் தொழிற்சாலைமயம் ஆகின. அதற்குக் காரணம் அவர்களிடமும் ஏராளமான அளவில் நிலக்கரி இருந்ததுதான்.

1900-ம் ஆண்டு வாக்கில் ரஷ்யாவும் தன்னை தொழில்மயமாக்கிக்கொண்டது. அதனிடமும் எண்ணற்ற அளவில் நிலக்கரி இருந்தது. இன்று, வேறு எந்த நாடும் உற்பத்தி செய்யாத அளவிற்கு ரஷ்யா அதிக அளவு நிலக்கரியை உற்பத்தி செய்கிறது.

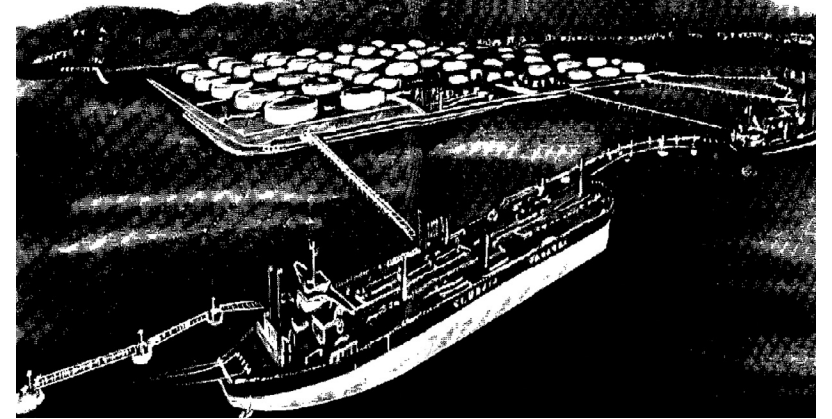
ஆக அதிக அளவில் இயந்திரங்கள் வர வர, அவற்றை அதிக அளவில் இந்த உலகம் உபயோகித்துக்கொண்டது. ஆக அதிக அளவில் நிலக்கரியும் தோண்டி எடுக்கப்பட்டது. தற்போது கிட்டத்தட்ட 3,000,000,000(மூன்று பில்லியன்) டன் நிலக்கரி வருடா வருடம் தோண்டியெடுக்கப்பட்டு, எரிக்கப்படுகிறது.

இது ஒரு விதத்தில் நல்லதில்லை. நிலக்கரியை எரிப்பதால் புகையும் சிறு சிறு கருந்துகள்களும் உருவாகின்றன. தொழில்மயமான நாடுகளின் பெரு நகரங்கள் இதனால் மேலும் மேலும் மாசடைந்தன.

ஆந்திரசைட் கரி எரியும்போது உருவாகும் புகை பிட்டுமினஸ் கரி எரியும்போது உருவாகும் புகையை விட அளவில் குறைவாக இருந்தது. ஆனால் ஆந்திரசைட் கரி பொதுவாகக் கிடைப்பதில்லை. பிட்டுமினஸ் கரியை பதப்படுத்தி அதனை சுத்தமாக எரிய வைக்கலாம், ஆனால் அது மிகவும் செலவு மிகுந்த முறை.

அதேபோல் நிலக்கரிக்காக பூமியை ஆழமாக தோண்டிக்கொண்டே போவதும் அபாயமாக இருந்தது. மக்கள் வெடி விபத்திலும், பாறைகளில் சிக்கியும், கருந்துகள்களால் நுரையீரலில் வியாதிகள் வந்தும் இறந்து போனார்கள். கனமான கரிக்கட்டிகளை சுரங்கத்திலிருந்து வெளியே கொண்டு செல்வது கடினமாக இருந்தது. மேலும், நிலக்கரியின் கனத்தினால் அதை அடுப்பினுள் போடுவதும் அதை எரியூட்டுவதும் மிகவும் கடினமாக இருந்தது.

1800-ம் ஆண்டுகளின் பிற்பாதியில் எரிபொருளுக்கு மக்கள் திரவ எண்ணெய்யின் பக்கம் சென்றார்கள். தாவரங்களிலிருந்தும் மிருகங்களிலிருந்தும் பெறப்பட்ட எண்ணெய் போதுமான அளவு இல்லை. ஆனால் எண்ணெய்யும் நிலத்தடியிலிருந்து உறியப்பட்டபோது, அதை எரிபொருளாக உபயோகிப்பது சாத்தியமானது. அதற்குப் பெட்ரோலியம் (Petroleum) அல்லது எண்ணெய் (Oil) என்று அழைக்கப்பட்டது. பெட்ரோலியம் சுத்தப்படுத்தப்பட்டு, கெரசின் (Kerosene), கேசோலின் (Gasoline), என்று பல்வேறு பொருட்களாகத் தரம் பிரிக்கப்படுகிறது (பார்க்க: எண்ணெய் எங்கே? எப்படி?)



எண்ணெய்யால் பல நன்மைகள் இருந்தன. அவற்றை சுரங்கத்திலிருந்து தோண்டி எடுக்கத் தேவையில்லை. பூமியில் சரியான இடத்தில் ஆழ் துளையிட்டு அவற்றை மேலே உறிய முடியும். யாரும் நிலத்திற்கு அடியில் செல்ல வேண்டியதில்லை.

மேலும், எண்ணெய்யை ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு சுலபமாக எடுத்து செல்ல முடியும். நிலக்கரியைப் போல் பெரிய சரக்கு இரயில்களில் எடுத்துச் செல்வதற்கு பதிலாக எண்ணெய்யை நீளமான குழாய்களின் மூலமாக ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லமுடியும். சில சமயம் அதன் நீளம் ஆயிரம் மைல்களாகக் கூட இருக்கும். கடல் பரப்பாக இருந்தால் எண்ணெய்யை ஒரு கப்பலில் நிரப்பி, பின்னர் கடல் கடந்து அதைக் குறிப்பிட்ட இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம்.

எண்ணெய்யை அடுப்பிலும் எளிதாகப் பயன்படுத்தலாம். சரியான அளவில் அடுப்பிற்குள் அவை செலுத்தப்படலாம். அவற்றை சுலபமாக எரியூட்டலாம், அதேபோல் சுலபமாக அணைக்கலாம். அதன் நெருப்பு சாம்பலை விட்டுச் செல்லாது.

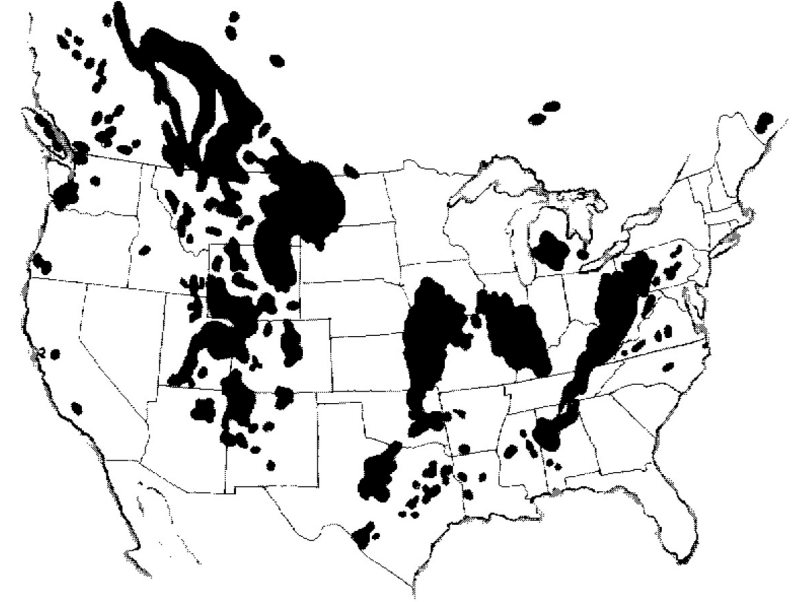
எண்ணெய்யிலிருந்து பெறப்படும் சில பொருட்களை வைத்து கார், பேருந்து, கனரக வாகனம், கப்பல், விமானம் போன்றவற்றை இயக்கலாம். அவற்றை வைத்து வீட்டின் வெப்பத்தை அதிகரிக்கலாம், நீராவிப்பொறியை இயக்கலாம், மற்றும் மின்னாக்கிகளை (ஜெனரேட்டர்களை) இயங்க வைக்கலாம்.

எண்ணெய்யால் செய்ய முடியாத ஒரே விஷயம் என்னவென்றால், அவற்றால் இரும்பு உலோகக் கலவையிலிருந்து இரும்பைத் தனியே பிரித்து எடுக்க முடியாது

என்பதுதான். இரும்பையும் எஃகையும் (Steel) உற்பத்தி செய்யும் வேலை அப்பொழுதும் நிலக்கரியையே சார்ந்திருந்தது.

சிறிது சிறிதாக, 1900-ம் ஆண்டுகள் வர ஆரம்பித்தபோது, நிலக்கரி பயன்பாட்டை விட எண்ணெய் பயன்பாடு அதிகரிக்கத் துவங்கியது. 1950-ம் ஆண்டிற்குப் பிறகு உலகிலேயே அதிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்த எரிபொருளாக எண்ணெய் மாறியது. 1950-ம் ஆண்டிற்குப் பிறகு உலகம் இதற்கு முன்பு இல்லாத வேகத்தில் தொழில்மயமாகி வருகிறது. அதற்குக் காரணம் எண்ணெய்யே.

எண்ணெய்யைத் தேடுவதும் நிலக்கரியைத் தேடுவது போல்தான். பூமியில் நிலக்கரியின் அளவை விட எண்ணெய்யின் அளவு மிகக் குறைவே. 1970-ம் ஆண்டுகளில் எண்ணெய் அதிக காலம் வராது என்றும் விரைவில் தீர்ந்து



COAL FIELDS IN THE UNITED STATES AND CANADA

விடும் என்றும் தெரிய ஆரம்பித்தது. 1980-களிலேயே தேவைக்கு ஏற்ப எண்ணெய் கிடைக்காத சூழல் ஏற்படும் போல் தோன்றியது.

மேலும், உலகின் முக்கால் பாக எண்ணெய், நிலையற்ற மத்தியக் கிழக்கு நாடுகளில் இருந்தன. 1973-ம் ஆண்டு முதல் எண்ணெய்யை உற்பத்தி செய்யும் நாடுகள் எண்ணெய்யின் விலையை வேகமாக அதிகரிக்கத் துவங்கின.

உலகம் என்ன செய்யப் போகிறது?

உலகம் கிட்டத்தட்ட எல்லாவற்றிற்கும் இயந்திரங்களையே நம்பி உள்ளது. உதாரணமாக, இயந்திரங்களால் தொழில்புரட்சிக்கு முன்பிருந்ததை விட தற்போது உணவை விரைவாக உற்பத்தி செய்ய முடியும். ஜேம்ஸ் வாட் நீராவிப்பொறியைக் கண்டுபிடித்தபோது இருந்த மக்கள் தொகையைவிட ஐந்து மடங்கு அதிகமாகத் தற்போது மக்கள் தொகை இருக்கிறது.

எண்ணெய் தீர்ந்து போய் இயந்திரங்கள் முடங்கினால் உலகின் முக்கால் சதவீத மக்கள்தொகை பசியால் வாடக்கூடும்.

அப்படி ஏற்படுவதைத் தடுக்க நாம் மீண்டும் நிலக்கரியின் பக்கமே செல்லலாம். இன்னும் பல நூற்றாண்டுகளுக்குத் தேவையான நிலக்கரி பூமியில் ஏராளமாக இருக்கிறது.

நாம் பல வகைகளில் முன்னேறியிருக்கிறோம். மேலும் நம்மால் முன்னேற முடியும். நிலக்கரியை இயந்திரங்கள் மூலம் சுரங்களிலிருந்து பாதுகாப்பாக எடுக்கும் வழிமுறைகளை மக்கள் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். தற்பொழுது வெகு சில மனிதர்களை வைத்து அதிகமான அளவு நிலக்கரியை நம்மால் பாதுக்காப்பாக எடுக்க முடியும்.

ஆனாலும் கூட முன்பு செய்ததைப் போல் நிலக்கரியை தூர இடங்களுக்குத் தூக்கிக்கொண்டு செல்லத் தேவையில்லை. நிலக்கரியை ஹைட்ரஜனுடன் இணைத்து திரவமாக்கும் வழிமுறை விரைவில் கண்டுபிடிக்கப்படும் நிலையில் இருக்கிறது.. இப்படி செய்தால் நிலக்கரியும் எண்ணெய்யைப் போல் சவுகரியமான திரவ எரிபொருள் ஆகிவிடும்.

ஆனாலும் நிலக்கரியால் சில தீமைகள் இருக்கின்றன. நிலத்தில் தோண்டி எடுப்பதால் அது மண்ணை மாசுபடுத்தி அருகில் உள்ள தண்ணீர் வளத்தை அசுத்தமாக்குகிறது. நிலக்கரியை எரிப்பதால் புகை உண்டாகி காற்று மாசடைகிறது. நிலத்தில் சிதறிய கரியை எடுத்துவிட்டு நிலத்தை சுத்தப்படுத்தி நிலம் மாசடைவதைக் கட்டுப்படுத்தலாம்தான். ஆனால் அதற்கு அதிக நேரமும் உழைப்பும் தேவைப்படும். அதனால் நிலக்கரியின் விலை அதிகரித்து அதை உபயோகிப்பது கடினம் ஆகிவிடும்.

நிலக்கரியின் இருப்பும் நிரந்தரமாக இருக்கப்போவதில்லை. எண்ணெய்யைவிட நிலக்கரி அதிகம் இருந்தாலும் அதுவும் என்றாவது ஒருநாள் தீர்ந்து போகும் அல்லவா? அப்பொழுது என்ன செய்வது?

அது போக, பூமியில் உள்ள மொத்த நிலக்கரியையும் எரிப்பது ஆபத்தானது. நிலக்கரி முக்கால்வீதம் கார்பனால் ஆனது. அந்தக் கார்பன் ஆக்சிஜனோடு இணைந்தால், அது கார்பன் டை ஆக்சைடு (Carbon di-oxide) என்னும் வாயுவை உருவாக்கும்.

கார்பன் டை ஆக்சைடு அபாயமான வாயு கிடையாது. ஒரு வகையில் அது மிகவும் உபயோகமான வாயுவும் கூட.

காற்று மண்டலத்தில் கார்பன் டை ஆக்சைடின் அளவு எப்பொழுதும் பத்தாயிரம் பவுண்டில் மூன்றரை

பவுண்டு மட்டுமே. அப்படிச் குறைந்த அளவில் கார்பன் டை ஆக்சைடு இருப்பது மிகவும் முக்கியமானது. பச்சைத் தாவரங்கள் கார்பன் டை ஆக்சைடால்தான் உயிர் வாழ்கின்றன. தாவரங்கள் சூரிய சக்தியின்மூலம் கார்பன் டை ஆக்சைடையும், தண்ணீர் மற்றும் தாதுப்பொருட்களையும் இணைத்து உணவை உற்பத்தி செய்து வளர்கின்றன.

தாவரங்கள் கார்பன் டை ஆக்சைடை மொத்தமாகத் தீர்த்துவிடலாம். ஆனால், மிருகங்கள் சுவாசிக்கும்போது கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாகிறது. இப்படி தாவரங்கள் தீர்ப்பதை மிருகங்கள் உருவாக்கி சூழலை சமன் செய்கின்றன.

கார்பன் டை ஆக்சைடு மட்டும் காற்றில் இல்லாமல் இருந்திருந்தால் இந்த உலகில் தாவரங்கள், மிருகங்கள், மனிதர்கள் யாரும் இருந்திருக்க மாட்டார்கள்.

அந்த வகையில் பார்த்தால் நிலக்கரியை எரித்து கார்பன் டை ஆக்சைடை உருவாக்குவது நன்மைதான். ஆனால் இது அதிக தாவரங்கள் வளர உதவுமா?

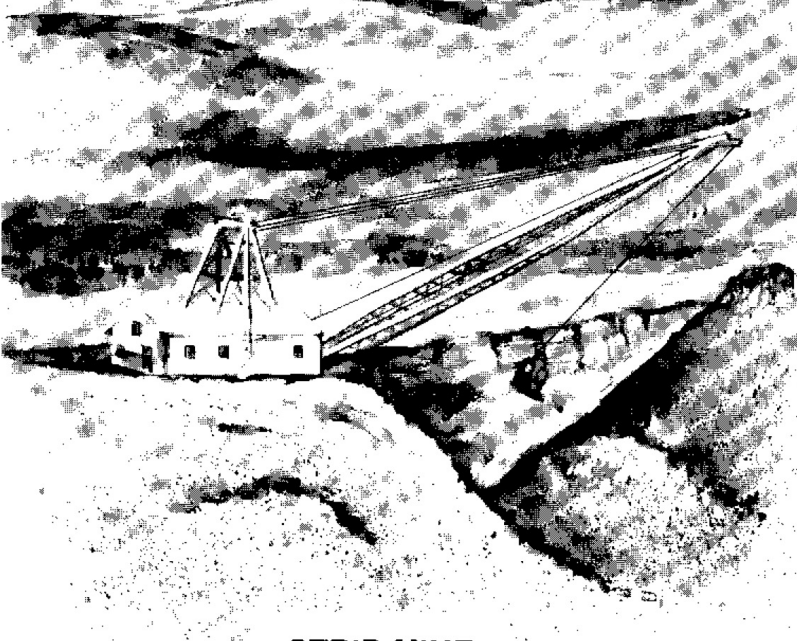
இல்லை, என்றே தோன்றுகிறது. தாவரங்கள் உபயோகிக்கும் கார்பன் டை ஆக்சைடின் அளவை விட நாம் அதிகமாக அதை உற்பத்தி செய்துகொண்டிருக்கிறோம். 1900-ம் ஆண்டு முதலே காற்றில் கார்பன் டை ஆக்சைடின் அளவு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. இப்பொழுதளவில் பத்தாயிரம் பங்கில் முன்றரை பங்கு இருக்கும் கார்பன் டை ஆக்சைடு விரைவிலேயே பத்தாயிரம் பங்கில் நான்கு பங்காக ஆகலாம். அது அதிகமாக இல்லாமல் இருக்கலாம். அப்பொழுதும் நம்மால் சுவாசிக்க முடியலாம், ஆனால் அதனால் சிக்கல்கள் நிச்சயமாக எழும்.

சூரிய ஒளி காற்று மண்டலத்தின் வழியாக பூமியில் பாய்ந்து பூமிக்கு வெப்பத்தை அளிக்கிறது. இரவில் அந்த வெப்பத்தை பூமி, அண்ட வெளியிடம் வெளியேற்றுகிறது. இப்படியாக பூமியின் சராசரி வெப்பம் மாறாமல் இருக்கிறது. பகலில் எவ்வளவு வெப்பம் கிடைக்கிறதோ, இரவில் அவ்வளவு வெப்பத்தை வெளியேற்றி விடுகிறது.

பூமி வெப்பத்தை அகச்சிவப்புக் (Infra-red) கதிர்கள் மூலமாக வெளியேற்றுகிறது. இதுவும் ஒளியைப் போல் அலைகளால் ஆனதே, ஆனால் ஒளியைவிட நீளமானது. இந்த நீண்ட அகச்சிவப்பு அலைகளைக் காற்றில் உள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு உள்வாங்கிக்கொள்கிறது (எனினும், குறைந்த அலைநீளம் உள்ள ஒளியை உள்வாங்கிக்கொள்ளாது). இப்படி அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் காற்றில் சிக்கிக்கொள்வதால் பூமியின் வெப்பம் அதிகரிக்கிறது. கார்பன் டை ஆக்சைடு இல்லாமல் இருந்தால் பூமியில் எவ்வளவு வெப்பம் இருக்குமோ அதை விட அதிக வெப்பம் கார்பன் டை ஆக்சைடு இருப்பதால் இருக்கிறது.

இப்படி காற்றில் கார்பன் டை ஆக்சைடு அளவு அதிகரித்துக்கொண்டே சென்றால், அது எவ்வளவு சிறிய அளவாக இருப்பினும், மேலும் பல அகச்சிவப்பு கதிர்கள் உள்வாங்கப்பட்டு, பூமியின் சராசரி வெப்பம் அதிகரிக்கும். இதுவும் அதிகம் அதிகரிக்காது, ஆனால் பூமியின் தட்பவெப்ப நிலையை மாற்றக்கூடிய அளவிற்கு வெப்பம் அதிகரிக்கும்.

தற்பொழுது பூமியின் சராசரி வெப்பம் அதிகரிப்பதால் என்னென்ன தட்பவெப்ப மாறுதல்கள் ஏற்படும் என்றும் அதன் தீமைகள் குறித்தும் விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ச்சி செய்து வருகின்றனர். மேலும் கார்பன் டை ஆக்சைடு உருவாவதை



STRIP MINE

நாம் தடுக்க வேண்டும் என்றால், இயந்திரங்களை இயக்க நிலக்கரியை எரிப்பதற்கு பதிலாக வேறு ஏதேனும் எரிபொருளை எரிக்க வேண்டும்.

நாம் ஹைட்ரஜனை எரிக்கலாம். காற்று மற்றும் தண்ணீரிலிருந்து மின்சாரத்தை உண்டாக்கலாம். அணுசக்தியைப் பயன்படுத்தலாம். சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்தலாம்.

இது எல்லாமே சாத்தியம், ஆனால் அதற்கு அதிக நேரமும் உழைப்பும் தேவைப்படும்.

ஆனாலும், வருங்காலத்தில் நாம் நிலக்கரியை உபயோகிப்பதை நிறுத்திவிட்டாலும் கூட, நிலக்கரிதான் தொழிற்புரட்சியை சாத்தியமாக்கியது என்பதை நாம் மறந்துவிடக்கூடாது. இன்று நவீன உலகம்

இயந்திரங்களோடும் புதிய கண்டுபிடிப்புகளோடும் இருப்பதற்கு நிலக்கரியே காரணம்.

நிலக்கரி அதிக மக்களுக்கு உணவளிப்பதையும் அவர்களை சவுகரியமாக வைத்திருப்பதையும் சாத்தியமாக்கியது.

இவற்றையெல்லாம் அது கடந்த முன்னூறு வருடங்களில் மட்டுமே செய்தது. அதற்கு முன்னால் அது யாரும் கண்டுக்கொள்ளாத வெறும் கருங்கல்லாகவே இருந்தது.

முடிந்தது

